

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 3 月 4 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 5 7 5 9 2
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 7 5 9 2]

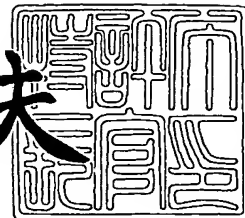
出 願 人
Applicant(s): オリンパス光学工業株式会社

♪

2 0 0 3 年 1 0 月 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 2 7 1 7

(Translation)

**PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT**

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: March 4, 2003

Application Number: Patent Application No. 2003-057592

Applicant(s): OLYMPUS CORPORATION

October 7, 2003

Commissioner,

Japan Patent Office Yasuo IMAI (seal)

Certificate No. 2003-3082717

[Name of Document] Patent Application

[Reference Number] 03P00061

[Filing Date] March 4, 2003

[Addressee] Commissioner, Patent Office

[Int.Pat. Classification] G02B 15/16

[Inventor]

 [Domicile or Dwelling] c/o OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.
 43-2, Hatagaya 2-chome, Shibuya-ku, Tokyo

 [Name] Shinichi MIHARA

[Patent Applicant]

 [Identification Number] 000000376

 [Name] OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.

 [Representative] Tsuyoshi KIKUKAWA

[Agent]

 [Identification Number] 100065824

 [Name] Taiji SHINOHARA

[Nominated Agent]

 [Identification Number] 100104983

 [Name] Masayuki FUJINAKA

[Indication of Fee]

 [Prepayment Register Number] 017938

 [Prepaid Sum] ¥21,000

[List of Submitted Articles]

[Name of Article]	Specification	1
[Name of Article]	Drawings	1
[Name of Article]	Abstract	1

 [Number of General Power of Attorney] 0116478

[Whether or not a Proof is Necessary] Necessary

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00061

【提出日】 平成15年 3月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 15/16

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリンパス光学
工業株式会社内

 【氏名】 三原 伸一

【特許出願人】

 【識別番号】 000000376

 【氏名又は名称】 オリンパス光学工業株式会社

 【代表者】 菊川 剛

【代理人】

 【識別番号】 100065824

 【氏名又は名称】 篠原 泰司

【選任した代理人】

 【識別番号】 100104983

 【氏名又は名称】 藤中 雅之

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 017938

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0116478

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ズームレンズ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側から光路に沿って順に配置された、光路を折り曲げるための反射面を有し正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 1 移動レンズ群と、広角端から望遠端に変倍する際に単調に物体側に移動する第 2 移動レンズ群とを含み、以下の条件とともに満足するズームレンズ。

$$-1.0 \leq \beta_{2W} \leq -0.40$$

$$-1.0 \leq \beta_{3W} \leq -0.40$$

但し、 β_{2W} 、 β_{3W} はそれぞれ第 1 移動レンズ群、第 2 移動レンズ群の広角端における倍率である。

【請求項 2】 物体側から光路に沿って順に配置された、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 1 移動レンズ群と、像面に対して略位置が固定である開口絞りと、広角端から望遠端に変倍する際に単調に物体側に移動する第 2 移動レンズ群とを含み、前記第 1 レンズ群は、像面に対して位置が実質上固定されており物体側から光路に沿って順に配置された、物体側に凹面を向けた入射面と光路を折り曲げるための反射面を有する光学素子と、正レンズとを含み、前記第 1 移動レンズ群は、物体側から光路に沿って順に配置された、両凹レンズと、正レンズとを含み、前記第 2 移動レンズ群は、物体側から光路に沿って順に配置された、正の単レンズと、正レンズと像側に強い凹面を向けた負レンズの接合レンズとを含んでいるズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 1 レンズ群の光路を折り曲げるための反射面を有する光学素子の入射面と正レンズのいずれかの収斂面が、共に光軸から離れるほど曲率が弱くなる非球面である請求項 2 に記載のズームレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、奥行き方向の薄型化と広角化を実現したビデオカメラやデジタルカメラなどの電子撮像装置に適するズームレンズに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、銀塩35mmフィルム（135フォーマット）カメラに代わる次世代カメラとして、デジタルカメラ（電子カメラ）が注目されてきている。さらに、それは業務用高機能タイプからポータブルな普及タイプまでの幅広い範囲で、いくつものカテゴリーを有するようになってきている。そして、特にポータブルな普及タイプの電子カメラでは、奥行きが薄くて使い勝手が良いものが望まれるようになってきている。加えて、高画質であり、且つ広画角のものが望まれるようになってきている。

【 0 0 0 3 】

カメラの奥行き方向を薄くするのに最大のネックとなっているのは、光学系の最も物体側の面から撮像面までの厚みである。特にズームレンズ系では、この厚みがネックになっている。そこで、最近におけるカメラボディ薄型化技術の主流は、沈胴式鏡筒を採用することである。この沈胴式鏡筒は、撮影時には光学系がカメラボディ内から突出しているが、携帯時にはカメラボディ内に収納される構造である。沈胴式鏡筒を採用して効果的に薄型化できる可能性を有する光学系の例としては、特許文献 1 乃至 3 に記載のもの等がある。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】

特開平11 - 194274号公報

【特許文献 2】

特開平11 - 287953号公報

【特許文献 3】

特開2000 - 9997号公報

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

これらは、物体側から順に配置された負の屈折力を有する第 1 群と、正の屈折力を含む第 2 群を有しており、共に変倍時には移動する。しかし、広角端での画角が不十分であり、画角を確保した場合レンズ系が大きくなり分厚くなることが

問題である。

【0 0 0 6】

また、最近では、光学系の光路（光軸）を、ミラーやプリズムなど反射光学素子で折り曲げる構成を採るものも出現している。この構成は、前記沈胴式鏡筒に見られるようなカメラの使用状態への立ち上げ時間（レンズのせり出し時間）がないという利点がある。また、防水・防塵上も好ましい。また、奥行き方向が極めて薄いカメラにすることができる。この構成では、最も物体側のレンズ群を固定して、その中に前記反射光学素子を設けている。そして、それ以降の光路はカメラボディの縦あるいは横方向へ折り曲げて、奥行き方向の寸法を極力薄くしている。この場合、ある程度の画角を確保するために、光路を折り曲げるための反射面よりも物体側に必ず発散面を設けることになる。

【0 0 0 7】

その場合、歪曲収差の発生を少なくするために、像側に凹面を向けた負メニスカスレンズを設けることになる。これでは、奥行き方向の厚みを減らす本来の目的に反する結果となる。また、光路を折り曲げる方式において、或る程度の画角を確保する必要がある。そのためには、プリズムやミラーなどの反射光学素子の光学有効面を小さく抑えることをしなくてはならないが、そうすると結像性能の劣化をまねく。

【0 0 0 8】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、従来技術の有するこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高ズーム比で明るいF値など高い光学仕様性能を有するズームレンズを提供することである。また、奥行き方向が極めて薄く高画質な写真を得ることができ、且つ歪曲が少なく広画角な撮影が可能な電子撮像装置を提供することにある。

【0 0 0 9】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明によるズームレンズは、物体側から光路に沿って順に配置された、光路を折り曲げるための反射面を有し正の屈折力を有す

る第1レンズ群と、負の屈折力を有する第1移動レンズ群と、広角端から望遠端に変倍する際に単調に物体側に移動する第2移動レンズ群とを含み、下記の条件とともに満足するように構成されている。

$$-1.0 \leq \beta_{2W} \leq -0.40 \quad (1)$$

$$-1.0 \leq \beta_{3W} \leq -0.40 \quad (2)$$

但し、 β_{2W} 、 β_{3W} はそれぞれ第1移動レンズ群、第2移動レンズ群の広角端における倍率である。

また、本発明によるズームレンズは、物体側から光路に沿って順に配置された、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第1移動レンズ群と、像面に対して略位置が固定である開口絞りと、広角端から望遠端に変倍する際に単調に物体側に移動する第2移動レンズ群とを含み、前記第1レンズ群は、像面に対して位置がほぼ固定されており物体側から光路に沿って順に配置された、物体側に凹面を向けた入射面と光路を折り曲げるための反射面を有する光学素子と、正レンズとを含み、前記第1移動レンズ群は、物体側から光路に沿って順に配置された、両凹レンズと、正レンズとを含み、前記第2移動レンズ群は、物体側から光路に沿って順に配置された、正の単レンズと、正レンズと像側に強い凹面を向けた負レンズの接合レンズとを含んでいる。

本発明によれば、前記第1レンズ群の光路を折り曲げるための反射面を有する光学素子の入射面と正レンズのいずれかの収斂面は、共に光軸から離れるほど曲率が弱くなる非球面である。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図示した実施例に基づき説明する。説明に先立ち、本発明の作用効果について述べる。

請求項1に記載の発明において、条件(1)の下限を下回ると、第1移動レンズ群の移動による変倍比が小さくなりやすい。また、上限を上回ると、第2移動レンズ群の移動による変倍比が小さくなりやすい。条件(1)の範囲内の場合には、第2移動レンズ群の倍率は条件(2)のようになる。また、少なくとも下記条件のいずれか一方を満たすとより良い。

$$-0.9 \leq \beta 2W \leq -0.45 \quad (1')$$

$$-0.9 \leq \beta 3W \leq -0.45 \quad (2')$$

さらに、少なくとも下記条件のいずれか一方を満たすと最良である。

$$-0.8 \leq \beta 2W \leq -0.50 \quad (1'')$$

$$-0.8 \leq \beta 3W \leq -0.50 \quad (2'')$$

【0011】

請求項2に記載の発明において、変倍機能を効率的に行なって小型を確保するためには、下記の条件を満たすと良い。

$$1.4 \leq |f2| / fw \leq 5.0 \quad (3)$$

$$1.4 \leq f3 / fw \leq 5.0 \quad (4)$$

但し、 $f2$ 、 $f3$ 、 fw はそれぞれ第1移動レンズ群、第2移動レンズ群、広角端全系の焦点距離である。

条件(3)、(4)の上限値を上回ると、第1移動レンズ群、第2移動レンズ群のパワーが弱くなる。また、下限値を下回ると、第1移動レンズ群、第2移動レンズ群の倍率が小さくなる。このような関係で、何れにしても移動量の割に変倍比が小さくなりやすい。

また、少なくとも下記条件の何れか一方を満たすとより良い。

$$1.7 \leq |f2| / fw \leq 4.5 \quad (3')$$

$$1.7 \leq f3 / fw \leq 4.5 \quad (4')$$

さらに、少なくとも下記条件の何れか一方を満たすと最良である。

$$2.0 \leq |f2| / fw \leq 4.0 \quad (3'')$$

$$2.0 \leq f3 / fw \leq 4.0 \quad (4'')$$

【0012】

本発明のズームレンズでは、最も物体側にある反射光学素子で光路を折り曲げている。そのため、奥行き方向への厚みは最小限に抑えられることが特徴である。また、同時に、像面に対して絞り位置が固定されているため、絞りやシャッターアクチュエーター等の部材が、変倍時に移動するためのスペースが不要となる。加えて、最も物体側にあるレンズ群が正の屈折力を有するために開口絞り径がF値の割に小さく且つシャッター羽根の逃げスペースも小さくてすむ。これによ

り、折り曲げ後の光学部分系の厚さも抑えられるということも大きな特徴となっている。

また、ある程度の高いズーム比を得ながら絞り位置固定とすることが望ましい。これは、その前後に変倍時の移動レンズ群を二つに分けて配置することで実現出来る。そして、第1移動レンズ群と第2移動レンズ群の屈折力が異符号であることで、動き量に対して効率的な変倍を実現できる。また、反射光学素子（前記物体側に凹面を向けた入射面と、光路を折り曲げるための反射面を有する光学素子）を小さく薄くするには、入射瞳位置を出来るだけ入射面から浅くすることが重要になる。そのためには、開口絞りまでの光学部品点数を極力少なくし、各レンズ群共に物体側から光路に沿って発散成分、収斂成分の順で構成すればよい。

【0013】

本発明では、第1レンズ群と第1移動レンズ群とで、合わせてわずか4部品で光学系を構成している。本発明のような光路折り曲げ光学系では、第1レンズ群と第1移動レンズ群との合成系による像点、つまり第2移動レンズ群以降の合成系に対する物点が被写体側に遠くなりやすくなる。そのために、第2移動レンズ群以降の合成系の倍率が小さくなりがちになる。これは、レンズ群の移動の割に倍率を稼ぎにくい傾向となる。この傾向を解消するには、第2移動レンズ群のパワーを出来るだけ強く、かつ主点を出来るだけ物体側に位置するようにするのが良い。そこで本発明では、第2移動レンズ群の内部構成を正レンズ、正レンズ、負レンズとしている。そして、偏心敏感度の大きい負レンズとその直前の正レンズは接合としている。また、第1移動レンズ群も、部品点数を減らしながら負の屈折力を強めるために、負レンズを両凹レンズとしている。

【0014】

なお、本発明においては、反射光学素子を出来るだけ小さくするようにしている。そのために、第1レンズ群の発散成分、収斂成分のそれぞれのパワーを強くしている。従って、歪曲収差やコマ収差が発生しやすい。コマ収差の補正には、前記第1レンズ群の光学要素の入射面と正レンズのいずれかの収斂面を、共に光軸から離れるほど曲率が弱くなる非球面とするのが良い。なお、歪曲収差の補正については後述する。

【0015】

また、反射光学素子を小さくするためには、第1移動レンズ群の移動量の方を第2移動レンズ群に比べて出来るだけ小さくすることが望ましい。本発明では、第1移動レンズ群と第2移動レンズ群は、開口絞りを挟んで隣接している。そこで、下記条件を満足ようにするとよい。

$$0.5 < D3/D2 < 1.4 \quad (5)$$

但し、D2は広角端における第1移動レンズ群の最も像側の面頂から開口絞りまでの光軸に沿った距離、D3は開口絞りから第2移動レンズ群の最も物体側の面頂までの光軸に沿った距離である。

上限を上回ると望遠端のF値が暗くなりやすい。また、下限を下回ると反射光学素子としてのプリズムが肥大化しやすい。

なお、下記条件を満たすとより良い。

$$0.6 < D3/D2 < 1.3 \quad (5')$$

さらに、下記条件を満たすと最良である。

$$0.7 < D3/D2 < 1.2 \quad (5'')$$

【0016】

さらに、負の屈折力を有する第1移動レンズ群は負レンズに、正の屈折力を有する第2移動レンズ群は正レンズに共に非球面を導入するのが良い。これにより、変倍時の第1移動レンズ群と第2移動レンズ群の動きによる収差変動を出来るだけ小さくすることができる。出来れば2面ずつに非球面を導入するのが好ましい。

【0017】

また、フォーカスについては、第2移動レンズ群の像側にフォーカスレンズ群を配置するとよい。このフォーカスレンズ群は、フォーカス時にも移動可能である。その場合、変倍全域に亘りフォーカスのために移動する領域を、出来るだけ少なくするのが良い。これにより、フォーカスアクチュエーターを著しく小型化できる。従って、下記条件を満足すると良い。

$$0.8 \times 10^2 < M4 \cdot S1 < 6.0 \times 10^2 \quad (6)$$

但し、M4はフォーカスレンズ群があらゆる状態の中で最も物体側に位置するとき

と最も像側に位置するときの距離差、S1はフォーカスレンズ群が最も物体側に位置するとき合焦されている被写体から光学系入射面までの距離 (mm) である。

上限を上回ると、フォーカスのためのアクチュエーターが肥大化する。

なお、下記条件を満たすとより良い。

$$1. \quad 2 \times 10^2 < M4 \cdot S1 < 5.5 \times 10^2 \quad (6')$$

さらに、下き条件を満たすと最良である。

$$1. \quad 6 \times 10^2 < M4 \cdot S1 < 5.0 \times 10^2 \quad (6'')$$

このほか、収差補正や主光線射出角を小さくすることを主たる目的として、最も像面に近いレンズ群を、像面に対して位置をほぼ固定して配置しても良い。このレンズ群はフォーカスレンズ群とは別である。そして、このレンズ群には、フィルターを添付したり、赤外カットのコートを施しても良い。

【0018】

本発明のズームレンズは入射面が発散面である関係上、物体側に凹面を向ける形状になる。しかもそのパワーは強いため、歪曲収差が発生しやすい。しかし、歪曲収差を許容すると、画角の割に入射光線高が低くなる。その結果、プリズムを小さくすることが可能である。そこで、本発明のズームレンズにおいては、意図的に樽型歪曲収差を野放し的に発生させている。そして、結像光学系を通じて結像された像を、電子撮像素子にて撮像する。このようにして得られた画像データを、加工して形状を変化させる。このように画像データを加工する機能を用いて、ズームレンズで発生した歪曲収差による画像歪みを補正して観察できるようにしている。特に、カメラなど電子撮像装置からは、既に補正されたかたちの画像データが出力されるのが理想的である。なお、ズームレンズについては、ほぼ無限遠物点合焦時に、結像光学系の歪曲収差に関して下記条件を満足するとよい。

$$0.75 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \omega_{07w}) < 0.96 \quad (7)$$

$$1.0 < f_w / y_{10} < 2.1 \quad (8)$$

但し、電子撮像素子の有効撮像面内（撮像可能な面内）で中心から最も遠い点までの距離（最大像高）を y_{10} とすると、 $y_{07} = 0.7 y_{10}$ 、 ω_{07w} は広角端にお

ける前記撮像面上の中心から y_{07} の位置に結ぶ像点に対応する物点方向の光軸に対する角度である。

なお、少なくとも下記条件の何れか一方を満たすとより良い。

$$0.80 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \omega_{07w}) < 0.95 \quad (7')$$

$$1.1 < f_w / y_{10} < 2.0 \quad (8')$$

さらに、少なくとも下記条件の何れか一方を満たすと最良である。

$$0.85 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \omega_{07w}) < 0.94 \quad (7'')$$

$$1.2 < f_w / y_{10} < 1.9 \quad (8'')$$

【0019】

以上述べた本発明によるズームレンズを用いるにあたり、以下に示すように第1レンズ群に関して条件(A)、(B)のいずれか1つ以上を満足するとさらに良い。

(A) 光路折り曲げのための光学素子に関して以下の条件を満たすのが良い。

$$0.3 < d_F / d_P < 0.7 \quad (9)$$

$$-6.0 < R_{11} / y_{10} < -1.2 \quad (10)$$

$$-0.75 \leq f_w \cdot (n_1 - 1) / R_{11} \leq -0.15 \quad (11)$$

但し、 d_F は第1レンズ群の最も物体側の面と光軸との交点から、最初の反射面と光軸との交点までの距離、 d_P は前記反射面より物体側に最も近い屈折面（プリズムの場合は入射面）と光軸との交点から、前記反射面より像側に最も近い屈折面（プリズムの場合は射出面）と光軸との交点までの光軸に沿って測った距離、 f_w は広角端における全系の焦点距離、 n_1 は前記プリズムの媒質屈折率（基準波長）、 R_{11} は前記プリズム入射面の光軸上での曲率半径である。

条件(9)の上限を上回ると、入射瞳位置の関係で第1レンズ群が大型化しやすい。また、下限を下回ると、ゴーストが多くなる。条件(10)の下限を下回ると、軸外の入射光線高が高く前記プリズムが大型化しやすくなる。また、色収差の補正が十分でなくなる。上限を上回ると、逆に第1レンズ群中の正レンズへの光線高が高くなる。その結果、奥行き方向の寸法が肥大化しやすくなる。また、望遠側にてコマ収差が発生しやすくなる。条件(11)の上限を上回ると、曲率が強すぎることになる。その結果、各軸外収差が悪化しやすくなり好ましくない。下限を

下回ると、入射瞳位置が深くなりすぎる。そのため、前記プリズムが肥大化傾向となる。

また、少なくとも下記条件の何れか一つを満たすとより良い。

$$0.35 < d_F / d_P < 0.6 \quad (9')$$

$$-5.0 < R_{11} / y_{10} < -1.6 \quad (10')$$

$$-0.70 \leq f_w \cdot (n_1 - 1) / R_{11} \leq -0.20 \quad (11')$$

さらに、少なくとも下記条件の何れか一つを満たすと最良である。

$$0.4 < d_F / d_P < 0.55 \quad (9'')$$

$$-4.0 < R_{11} / y_{10} < -2.0 \quad (10'')$$

$$-0.65 \leq f_w \cdot (n_1 - 1) / R_{11} \leq -0.25 \quad (11'')$$

なお、前記反射光学素子としてプリズムを採用するのが、奥行きを薄くする上で最も有利である。プリズムの媒質のd線に対する屈折率が高い方が好ましく、1.65以上が良く、1.75以上ならば理想的である。

【0020】

(B) 第1レンズ群は第1移動レンズ群の変倍効率を高めるためには、第1レンズ群全体としては、下記条件(12)を満たすように出来るだけ強い正のパワーにする必要がある。従って、第1レンズ群の正レンズに関しては、下記条件(13)を満たすようにするのが良い。つまり、前記正レンズについては、通過する軸外光線の高さの割に強いパワーを持たせるのが良い。同時に形状も下記条件(14)を満たすようにすると良い。

$$2.0 \leq f_1 / f_w \leq 10.0 \quad (12)$$

$$1.1 \leq f_{12} / f_w \leq 5.0 \quad (13)$$

$$-1.1 < (R_{1PF} + R_{1PR}) / (R_{1PF} - R_{1PR}) < 0.4 \quad (14)$$

但し、 f_1 は第1レンズ群全体の焦点距離、 f_{12} は第1レンズ群中の正レンズの焦点距離、 R_{1PF} 、 R_{1PR} はそれぞれ第1レンズ群の正レンズの物体側の面、像側の面の光軸上での曲率半径である。

条件(12)の下限を下回ると、第1移動レンズ群の変倍時の移動量の割に変倍率が少なくなる。また、上限を上回ると、軸外収差や色収差の補正が困難になる。

または、前記プリズムが肥大化しやすい。条件(13)の上限を上回ると、第1移

動レンズ群の変倍率が移動量の割に低くなる。そのため、光学系が大きくなりやすい。下限を下まわると、コマ収差、非点収差などの軸外収差の補正が困難となりやすい。条件 (14) の上限を上回ると、第 1 レンズ群の主点が像側寄り傾向となる。そのため、第 1 移動レンズ群の変倍効率が悪化傾向となる。また、収差的にもコマ収差が発生しやすくなる。下限を下回ると、第 1 レンズ群中のレンズが強いメニスカス形状となる。そのため、第 1 移動レンズ群と干渉しやすくなり好ましくない。

また、少なくとも下き条件の何れか一つを満たすとより良い。

$$2.5 \leq f_1 / f_w \leq 8.0 \quad (12')$$

$$1.3 \leq f_{12} / f_w \leq 4.0 \quad (13')$$

$$-0.9 < (R_{1PF} + R_{1PR}) / (R_{1PF} - R_{1PR}) < 0.2 \quad (14')$$

さらに、少なくとも下記条件の何れか一つを満たすと最良である。

$$3.0 \leq f_1 / f_w \leq 6.0 \quad (12'')$$

$$1.5 \leq f_{12} / f_w \leq 3.2 \quad (13'')$$

$$-0.7 < (R_{1PF} + R_{1PR}) / (R_{1PF} - R_{1PR}) < 0.0 \quad (14'')$$

【0021】

第 1 移動レンズ群については下記条件を満足するとさらに良い。

$$-1.0 < (R_{2NF} + R_{2NR}) / (R_{2NF} - R_{2NR}) < 1.0 \quad (15)$$

$$-3.0 < (R_{2PF} + R_{2PR}) / (R_{2PF} - R_{2PR}) < 1.0 \quad (16)$$

$$d_{22} / f_w < 0.3 \quad (17)$$

但し、 R_{2NF} 、 R_{2NR} 、 R_{2PF} 、 R_{2PR} はそれぞれ第 1 移動レンズ群中の負レンズの物体側の面、像側の面、正レンズの物体側の面、像側の面の光軸上での曲率半径、 d_{22} は第 1 移動レンズ群中の負レンズの像側の面と正レンズの物体側の面の光軸上での距離である。

条件 (15)、(16) の上限、下限と条件 (17) の上限を上回ると、ズームレンズ全系の入射面からの入射瞳位置が深くなりやすい。また、前記プリズムが肥大化する傾向となる。

また、少なくとも下記条件の何れか一つを満たすとより良い。

$$-0.8 < (R_{2NF} + R_{2NR}) / (R_{2NF} - R_{2NR}) < 0.8 \quad (15')$$

$$-2.0 < (R_{2PF} + R_{2PR}) / (R_{2PF} - R_{2PR}) < 0.5 \quad (16')$$

$$d_{22} / f_w < 0.25 \quad (17')$$

さらに、少なくとも下記条件の何れか一つを満たすと最良である。

$$-0.6 < (R_{2NF} + R_{2NR}) / (R_{2NF} - R_{2NR}) < 0.6 \quad (15'')$$

$$-1.0 < (R_{2PF} + R_{2PR}) / (R_{2PF} - R_{2PR}) < 0.0 \quad (16'')$$

$$d_{22} / f_w < 0.2 \quad (17'')$$

【0022】

第2移動レンズ群についても下記条件を満足するとさらに良い。

$$0.28 < R_{B3} / R_{B1} < 1.0 \quad (18)$$

$$-0.7 < f_w / R_{B2} < 0.7 \quad (19)$$

$$2.0 < \nu_{BP} - \nu_{BN} \quad (20)$$

但し、 R_{B1} 、 R_{B3} はそれぞれ第2移動レンズ群の接合レンズ成分の最も物体側の面、最も像側の面の光軸上での曲率半径、 R_{B2} は第2移動レンズ群の接合レンズ成分の接合面の光軸上での曲率半径、 ν_{BP} 、 ν_{BN} はそれぞれ第2移動レンズ群の接合レンズ成分の正レンズ、負レンズの媒質アッベ数である。

条件(18)の上限を上回ると、全系収差の球面収差、コマ収差、非点収差の補正には有利であるが、接合による偏心敏感度の緩和の効果が少ない。下限を下回ると、全系収差の球面収差、コマ収差、非点収差の補正が困難になりやすい。条件(19)の下限を下回ると、軸上色収差、倍率色収差の補正には有利だが、球面収差の色収差が発生しやすい。特に、基準波長における球面収差が良好に補正できても、短波長の球面収差はオーバーコレクト状態となる。これは、画像における色のにじみの原因となるので好ましくない。上限を上回ると、軸上色収差、倍率色収差が、補正不足や短波長球面収差のアンダーコレクト状態となりやすい。条件(20)の下限を下回ると、軸上色収差が補正不足になりやすい。一方、上限は、これを上回る媒質の組み合わせが自然界には存在しないことになる。

また、少なくとも下記条件の何れか一つを満たすとより良い。

$$0.30 < R_{B3} / R_{B1} < 0.8 \quad (18')$$

$$-0.5 < f_w / R_{B2} < 0.4 \quad (19')$$

$$2.5 < \nu_{BP} - \nu_{BN} \quad (20')$$

さらに、少なくとも下記条件の何れか一つを満たすと最良である。

$$0.32 < R_{B3} / R_{B1} < 0.6 \quad (18'')$$

$$-0.3 < f_w / R_{B2} < 0.1 \quad (19'')$$

$$30 < \nu_{BP} - \nu_{BN} \quad (20'')$$

【0023】

【実施例】

以下、本発明の実施例について図面を用いて説明する。

第1実施例

図1は本発明にかかるズームレンズの第1実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端無限遠物点合焦時の折り曲げ時における状態を示している。図2は第1実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態をそれぞれ示している。図3～図5は第1実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示す図であり、図3は広角端、図4は中間、図5は望遠端での状態を示している。また、図6～図8は第1実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示す図であり、図6は広角端、図7は中間、図8は望遠端での状態を示している。

【0024】

図1中、Iは電子撮像素子であるCCDの撮像面、CGは平面平板状のCCDカバーガラスで、物体側から順に、本発明によるズームレンズと、カバーガラスCGと、撮像面Iが配置されている。

そして、第1実施例のズームレンズは、物体側から順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4とを有している。

第1レンズ群G1は、物体側から順に配置された、プリズムPと、正の屈折力を有する後側副群とで構成されており、全体で正の屈折力を有している。プリズムPは、物体側から順に、物体側に光路を折り曲げるための反射面RFと、物体側に凹面であり光軸から離れるに従って発散性が弱まる非球面を持つ光線入射面

I Fとを有している。また、プリズムPは反射光学素子であって、光路を 90° 折り曲げる反射プリズムとして構成されている。一方、後側副群は1枚の両凸正レンズL1で構成されている。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹負レンズL2₁と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL2₂とで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

第3レンズ群G3は、両凸正レンズL3₁と、両凸正レンズL3₂と両凹負レンズL3₃の接合レンズとで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4₁と、物体側が凸面に形成され像側が平面に形成された凸平正レンズL4₂とで構成されている。なお、この凸平正レンズL4₂の凸面側には、必要に応じ反射防止コートや赤外カットコートが付設されている。また、平面側には、必要に応じ赤外カットコートや光学的ローパスフィルターが付設されている。

【0025】

第1実施例のズームレンズにおいては、無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は位置が固定され、第2レンズ群G2は像側へ移動し、開口絞りSは位置が固定され、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群は位置が固定されるようになっている。

また、合焦動作時には、第4レンズ群G4が光軸上を移動するようになっている。

非球面は、第1レンズ群G1中のプリズムPの光線入射面I Fのほかに、第1レンズ群G1中の両凸正レンズL1の物体側の面、第2レンズ群G2中の両凹負レンズL2₁の両面、第3レンズ群G3中の両凸正レンズL3₁の両面、第4レンズ群G4中の凸平正レンズL4₂の物体側の面にそれぞれ設けられている。

【0026】

次に、第1実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

なお、第1実施例の数値データにおいて、 r_1 、 r_2 、…は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、…は各レンズの肉厚または空気間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} 、…は各レンズのd線での屈折率、 ν_{d1} 、 ν_{d2} 、…は各レンズのアッベ数、F n o. はFナンバー

一、 f は全系焦点距離、 D_0 は物体から第 1 面までの距離を表している。

非球面形状は、光軸方向を z 、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を K 、非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) (y / r)^2\}^{1/2}] \\ + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

なお、これらの記号は、後述の各実施例の数値データにおいても共通に用いられている。

また、本発明の各実施例における有効撮像領域の縦横比は 3 : 4 であり、折り曲げ方向は横方向である。

【 0 0 2 7 】

数値データ 1

$r_1 = -6.3126$ (非球面)

$d_1 = 7.2000$

$n_{d1} = 1.84666$

$\nu_{d1} = 23.78$

$r_2 = \infty$

$d_2 = 0.1500$

$r_3 = 7.9075$ (非球面)

$d_3 = 2.4000$

$n_{d3} = 1.80610$

$\nu_{d3} = 40.92$

$r_4 = -32.3622$

$d_4 = D_4$

$r_5 = -16.8551$ (非球面)

$d_5 = 0.8000$

$n_{d5} = 1.74320$

$\nu_{d5} = 49.34$

$r_6 = 5.1593$ (非球面)

$d_6 = 0.6000$

$r_7 = 6.9778$

$d_7 = 1.4000$

$n_{d7} = 1.84666$

$\nu_{d7} = 23.78$

$r_8 = 22.3055$

$d_8 = D_8$

$r_9 = \infty$ (絞り)

$d_9 = D_9$

$$r_{10}=9.0856 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10}=5.2004$$

$$n_{d10}=1.69350$$

$$\nu_{d10}=53.21$$

$$r_{11}=-7.1858 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11}=0.1500$$

$$r_{12}=13.5232$$

$$d_{12}=2.7985$$

$$n_{d12}=1.51742$$

$$\nu_{d12}=52.43$$

$$r_{13}=-7.1597$$

$$d_{13}=0.7000$$

$$n_{d13}=1.84666$$

$$\nu_{d13}=23.78$$

$$r_{14}=4.5074$$

$$d_{14}=D_{14}$$

$$r_{15}=6.5896$$

$$d_{15}=2.1000$$

$$n_{d15}=1.48749$$

$$\nu_{d15}=70.23$$

$$r_{16}=58.8701$$

$$d_{16}=D_{16}$$

$$r_{17}=11.5451 \text{ (非球面)}$$

$$d_{17}=1.6000$$

$$n_{d17}=1.58423$$

$$\nu_{d17}=30.49$$

$$r_{18}=\infty$$

$$d_{18}=0.7000$$

$$r_{19}=\infty$$

$$d_{19}=0.6000$$

$$n_{d19}=1.51633$$

$$\nu_{d19}=64.14$$

$$r_{20}=\infty$$

$$d_{20}=D_{20}$$

$$r_{21}=\infty \text{ (撮像面)}$$

【 0 0 2 8 】

非球面係数

第 1 面

$$K=0$$

$$A_4 = 2.2960 \times 10^{-3} \quad A_6 = -4.0755 \times 10^{-5} \quad A_8 = 8.4958 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 3 面

$$K=0$$

$$A_4 = -9.7715 \times 10^{-4} \quad A_6 = 7.4325 \times 10^{-6} \quad A_8 = -8.0802 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 5 面

$$K=0$$

$$A_4 = -9.8384 \times 10^{-4} \quad A_6 = 1.0716 \times 10^{-4} \quad A_8 = -5.0787 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第 6 面

$$K=0$$

$$A_4 = -1.7200 \times 10^{-3} \quad A_6 = 1.5306 \times 10^{-4} \quad A_8 = -1.1671 \times 10^{-5}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 0 面

$$K=0$$

$$A_4 = -8.2826 \times 10^{-4} \quad A_6 = -2.0132 \times 10^{-5} \quad A_8 = -2.8436 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 1 面

$$K=0$$

$$A_4 = 2.8435 \times 10^{-4} \quad A_6 = -3.2184 \times 10^{-5} \quad A_8 = -1.5285 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 7 面

$$K=0$$

$$A_4 = 1.6601 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.5929 \times 10^{-5} \quad A_8 = -1.2658 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

【 0 0 2 9 】

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が ∞ のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	4.60543	7.39970	11.89888

F n o .	2.8829	3.6220	4.4948
D 0	∞	∞	∞
D 4	0.99784	3.64375	6.29756
D 8	6.19915	3.55363	0.89936
D 9	5.72406	3.31931	0.99818
D 1 4	1.23607	3.63698	5.96010
D 1 6	1.19738	1.20041	1.19936
D 2 0	0.89973	0.89967	0.89973

D 0（物体から第 1 面までの距離）が近距離（2 0 c m）のとき

	広角端	中間	望遠端
D 0	177.30496	177.30496	177.30496
D 4	0.99784	3.64375	6.29756
D 8	6.19915	3.55363	0.89936
D 9	5.72406	3.31931	0.99818
D 1 4	0.99744	3.03933	4.50511
D 1 6	1.43601	1.79806	2.65435
D 2 0	0.89973	0.89967	0.89966

【0 0 3 0】

第 2 実施例

図 9 は本発明にかかるズームレンズの第 2 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端無限遠物点合焦時の折り曲げ時における状態を示している。図 1 0 は第 2 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態をそれぞれ示している。図 1 1 ～図 1 3 は第 2 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示す図であり、図 1 1 は広角端、図 1 2 は中間、図 1 3 は望遠端での状態を示している。また、図 1 4 ～図 1 6 は第 2 実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示す図であり、図 1 4 は広角端

、図 15 は中間、図 16 は望遠端での状態を示している。

【0031】

図 9 中、I は電子撮像素子である CCD の撮像面、CG は平面平板状の CCD カバーガラスで、物体側から順に、本発明によるズームレンズと、カバーガラス CG と、撮像面 I が配置されている。

そして、第 2 実施例のズームレンズは、物体側から順に、第 1 レンズ群 G1 と、第 2 レンズ群 G2 と、開口絞り S と、第 3 レンズ群 G3 と、第 4 レンズ群 G4 とを有している。

第 1 レンズ群 G1 は、物体側から順に配置された、プリズム P と、正の屈折力を有する後側副群とで構成されており、全体で正の屈折力を有している。プリズム P は、物体側から順に、物体側に光路を折り曲げるための反射面 RF と、物体側に凹面であり光軸から離れるに従って発散性が弱まる非球面を持つ光線入射面 IF とを有している。また、プリズム P は反射光学素子であって、光路を 90° 折り曲げる反射プリズムとして構成されている。一方、後側副群は 1 枚の両凸正レンズ L1 で構成されている。

第 2 レンズ群 G2 は、物体側から順に、両凹負レンズ L2₁ と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L2₂ とで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

第 3 レンズ群 G3 は、両凸正レンズ L3₁ と、両凸正レンズ L3₂ と両凹負レンズ L3₃ の接合レンズとで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

第 4 レンズ群 G4 は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L4₁ と、物体側が凸面に形成され像側が平面に形成された凸平正レンズ L4₂ とで構成されている。なお、この凸平正レンズ L4₂ の凸面側には、必要に応じ反射防止コートや赤外カットコートが、また、平面側には、必要に応じ赤外カットコートや光学的ローパスフィルターが付設されている。

【0032】

第 2 実施例のズームレンズにおいては、無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第 1 レンズ群 G1 は位置が固定され、第 2 レンズ群 G2 は像側へ移動し、開口絞り S は位置が固定され、第 3 レンズ群 G3 は物体側

へ移動し、第4レンズ群は位置が固定されるようになっている。

また、合焦動作時には、第4レンズ群G4が光軸上を移動するようになっている。

非球面は、第1レンズ群G1中のプリズムPの光線入射面IFのほかに、第1レンズ群G1中の両凸正レンズL1の物体側の面、第2レンズ群G2中の両凹負レンズL2₁の両面、第3レンズ群G3中の両凸正レンズL3₁の両面にそれぞれ設けられている。

【0033】

次に、第2実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ2

$r_1 = -6.7689$ (非球面)

$d_1 = 7.2000$

$n_{d1} = 1.84666$

$\nu_{d1} = 23.78$

$r_2 = \infty$

$d_2 = 0.1500$

$r_3 = 8.8567$ (非球面)

$d_3 = 2.4000$

$n_{d3} = 1.80610$

$\nu_{d3} = 40.92$

$r_4 = -23.1719$

$d_4 = D_4$

$r_5 = -8.5533$ (非球面)

$d_5 = 0.8000$

$n_{d5} = 1.74320$

$\nu_{d5} = 49.34$

$r_6 = 6.2701$ (非球面)

$d_6 = 0.6000$

$r_7 = 9.5560$

$d_7 = 1.4000$

$n_{d7} = 1.84666$

$\nu_{d7} = 23.78$

$r_8 = 413.6157$

$d_8 = D_8$

$r_9 = \infty$ (絞り)

$d_9 = D_9$

$r_{10} = 8.7040$ (非球面)

$d_{10}=5.5070$	$n_{d10}=1.69350$	$\nu_{d10}=53.21$
$r_{11}=-8.5323$ (非球面)		
$d_{11}=0.1500$		
$r_{12}=11.1980$		
$d_{12}=2.7843$	$n_{d12}=1.51742$	$\nu_{d12}=52.43$
$r_{13}=-5.6650$		
$d_{13}=0.7000$	$n_{d13}=1.84666$	$\nu_{d13}=23.78$
$r_{14}=5.8327$		
$d_{14}=D\ 1\ 4$		
$r_{15}=9.2482$		
$d_{15}=2.1000$	$n_{d15}=1.51742$	$\nu_{d15}=52.43$
$r_{16}=78.4872$		
$d_{16}=D\ 1\ 6$		
$r_{17}=10.0989$		
$d_{17}=1.6000$	$n_{d17}=1.58423$	$\nu_{d17}=30.49$
$r_{18}=\infty$		
$d_{18}=0.7000$		
$r_{19}=\infty$		
$d_{19}=0.6000$	$n_{d19}=1.51633$	$\nu_{d19}=64.14$
$r_{20}=\infty$		
$d_{20}=D\ 2\ 0$		
$r_{21}=\infty$ (撮像面)		

【 0 0 3 4 】

非球面係数

第 1 面

$$K=0$$

$$A_4 = 1.5457 \times 10^{-3} \quad A_6 = -2.1891 \times 10^{-5} \quad A_8 = 4.2528 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 3 面

$$K=0$$

$$A_4 = -7.4120 \times 10^{-4} \quad A_6 = 5.8864 \times 10^{-6} \quad A_8 = -6.1820 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 5 面

$$K=0$$

$$A_4 = 1.4436 \times 10^{-3} \quad A_6 = -2.6891 \times 10^{-5} \quad A_8 = 1.0886 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 6 面

$$K=0$$

$$A_4 = 4.3868 \times 10^{-4} \quad A_6 = 1.0451 \times 10^{-5} \quad A_8 = -2.6331 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 0 面

$$K=0$$

$$A_4 = -6.4968 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.2389 \times 10^{-6} \quad A_8 = -1.7631 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 1 面

$$K=0$$

$$A_4 = -2.9795 \times 10^{-5} \quad A_6 = -7.8603 \times 10^{-6} \quad A_8 = -7.1614 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

【 0 0 3 5 】

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が ∞ のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	4.13146	7.00121	11.89909
F n o .	2.8661	3.5482	4.4790
D 0	∞	∞	∞
D 4	0.99807	4.10376	6.81795
D 8	6.71926	3.61353	0.89929
D 9	5.47873	3.35044	0.99886

D 1 4	1.24880	3.36864	5.72664
D 1 6	1.19661	1.20061	1.19880
D 2 0	0.89940	0.90452	0.89903

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が近距離 (2 0 c m) のとき

	広角端	中間	望遠端
D 0	177.30496	177.30496	177.30496
D 4	0.99807	4.10376	6.81795
D 8	6.71926	3.61353	0.89929
D 9	5.47873	3.35044	0.99886
D 1 4	0.99871	2.67819	3.88395
D 1 6	1.44670	1.89106	3.04149
D 2 0	0.89940	0.90452	0.89903

【 0 0 3 6 】

第 3 実施例

図 1 7 は本発明にかかるズームレンズの第 3 実施例の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端無限遠物点合焦時の折り曲げ時における状態を示している。図 1 8 は第 3 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態をそれぞれ示している。図 1 9 ～図 2 1 は第 3 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示す図であり、図 1 9 は広角端、図 2 0 は中間、図 2 1 は望遠端での状態を示している。また、図 2 2 ～図 2 4 は第 3 実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差をそれぞれ示す図であり、図 2 2 は広角端、図 2 3 は中間、図 2 4 は望遠端での状態を示している。

【 0 0 3 7 】

図 1 7 中、I は電子撮像素子である C C D の撮像面、C G は平面平板状の C C D カバーガラスで、物体側から順に、本発明によるズームレンズと、カバーガラス C G と、撮像面 I が配置されている。

そして、第3実施例のズームレンズは、物体側から順に、第1レンズ群G1と、第2レンズ群G2と、開口絞りSと、第3レンズ群G3と、第4レンズ群G4とを有している。

第1レンズ群G1は、物体側から順に配置された、プリズムPと、正の屈折力を有する後側副群とで構成されており、全体で正の屈折力を有している。プリズムPは、物体側から順に、物体側に光路を折り曲げるための反射面RFと、物体側に凹面であり光軸から離れるに従って発散性が弱まる非球面を持つ光線入射面IFとを有している。また、プリズムPは反射光学素子であって、光路を90°折り曲げる反射プリズムとして構成されている。一方、後側副群は1枚の両凸正レンズL1で構成されている。

第2レンズ群G2は、物体側から順に、両凹負レンズL2₁と、両凸正レンズL2₂とで構成されており、全体で負の屈折力を有している。

第3レンズ群G3は、両凸正レンズL3₁と、両凸正レンズL3₂と両凹負レンズL3₃の接合レンズとで構成されており、全体で正の屈折力を有している。

第4レンズ群G4は、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL4₁と、物体側が凸面に形成され像側が平面に形成された凸平正レンズL4₂とで構成されている。なお、この凸平正レンズL4₂の凸面側には、必要に応じ反射防止コートや赤外カットコートが、また、平面側には、必要に応じ赤外カットコートや光学的ローパスフィルターが付設されている。

【0038】

第3実施例のズームレンズにおいては、無限遠物点合焦時において広角端から望遠端へと変倍する際には、第1レンズ群G1は位置が固定され、第2レンズ群G2は像側へ移動し、開口絞りSは位置が固定され、第3レンズ群G3は物体側へ移動し、第4レンズ群は位置が固定されるようになっている。

また、合焦動作時には、第4レンズ群G4が光軸上を移動するようになっている。

非球面は、第1レンズ群G1中のプリズムPの光線入射面IFのほかに、第1レンズ群G1中の両凸正レンズL1の物体側の面、第2レンズ群G2中の両凹負

レンズ L_{21} の両面、第 3 レンズ群 G_3 中の両凸正レンズ L_{31} の両面にそれぞれ設けられている。

【 0 0 3 9 】

次に、第 3 実施例のズームレンズを構成する光学部材の数値データを示す。

数値データ 3

$$r_1 = -9.0803 \text{ (非球面)}$$

$$d_1 = 10.0000$$

$$n_{d1} = 1.68893$$

$$\nu_{d1} = 31.07$$

$$r_2 = \infty$$

$$d_2 = 0.1500$$

$$r_3 = 20.1047 \text{ (非球面)}$$

$$d_3 = 2.4000$$

$$n_{d3} = 1.80610$$

$$\nu_{d3} = 40.92$$

$$r_4 = -21.5717$$

$$d_4 = D_4$$

$$r_5 = -7.8993 \text{ (非球面)}$$

$$d_5 = 0.8000$$

$$n_{d5} = 1.74320$$

$$\nu_{d5} = 49.34$$

$$r_6 = 15.6354 \text{ (非球面)}$$

$$d_6 = 0.6000$$

$$r_7 = 23.5360$$

$$d_7 = 1.5000$$

$$n_{d7} = 1.84666$$

$$\nu_{d7} = 23.78$$

$$r_8 = -38.6762$$

$$d_8 = D_8$$

$$r_9 = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_9 = D_9$$

$$r_{10} = 6.4319 \text{ (非球面)}$$

$$d_{10} = 2.7996$$

$$n_{d10} = 1.69350$$

$$\nu_{d10} = 53.21$$

$$r_{11} = -15.9497 \text{ (非球面)}$$

$$d_{11} = 0.1500$$

$$r_{12} = 9.9957$$

$$d_{12} = 1.9985$$

$$n_{d12} = 1.69680$$

$$\nu_{d12} = 55.53$$

$$r_{13} = -20.3022$$

$$d_{13} = 0.7000$$

$$n_{d13} = 1.84666$$

$$\nu_{d13} = 23.78$$

$$r_{14} = 3.9847$$

$$d_{14} = D_{14}$$

$$r_{15} = 7.3130$$

$$d_{15} = 1.5000$$

$$n_{d15} = 1.69680$$

$$\nu_{d15} = 55.53$$

$$r_{16} = 14.1094$$

$$d_{16} = D_{16}$$

$$r_{17} = 8.4585$$

$$d_{17} = 2.0000$$

$$n_{d17} = 1.58423$$

$$\nu_{d17} = 30.49$$

$$r_{18} = \infty$$

$$d_{18} = 0.7000$$

$$r_{19} = \infty$$

$$d_{19} = 0.6000$$

$$n_{d19} = 1.51633$$

$$\nu_{d19} = 64.14$$

$$r_{20} = \infty$$

$$d_{20} = D_{20}$$

$$r_{21} = \infty \text{ (撮像面)}$$

【 0 0 4 0 】

非球面係数

第 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 6.8669 \times 10^{-4} \quad A_6 = -5.0449 \times 10^{-6} \quad A_8 = 4.9350 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 3 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.3237 \times 10^{-4} \quad A_6 = -1.7799 \times 10^{-7} \quad A_8 = 2.6664 \times 10^{-8}$$

$$A_{10} = 0$$

第 5 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 1.3138 \times 10^{-3} \quad A_6 = 2.3753 \times 10^{-6} \quad A_8 = 1.2445 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 6 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 8.9175 \times 10^{-4} \quad A_6 = 4.1528 \times 10^{-6} \quad A_8 = 1.6560 \times 10^{-6}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 0 面

$$K = 0$$

$$A_4 = -2.1575 \times 10^{-4} \quad A_6 = -6.6772 \times 10^{-6} \quad A_8 = 5.7579 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

第 1 1 面

$$K = 0$$

$$A_4 = 6.8295 \times 10^{-4} \quad A_6 = -3.6082 \times 10^{-6} \quad A_8 = 7.5907 \times 10^{-7}$$

$$A_{10} = 0$$

【 0 0 4 1 】

ズームデータ

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が ∞ のとき

	広角端	中間	望遠端
f (mm)	3.58285	5.61494	9.45983
F n o.	2.8627	3.3784	4.7133
D 0	∞	∞	∞
D 4	0.99716	5.27298	7.92387
D 8	7.82632	3.54693	0.89966
D 9	6.45682	4.63452	1.00008
D 1 4	1.19392	3.03802	6.65096
D 1 6	1.20299	1.19733	1.20254
D 2 0	0.89977	0.88502	0.89989

D 0 (物体から第 1 面までの距離) が近距離 (2 0 c m) のとき

	広角端	中間	望遠端
D 0	177.30496	177.30496	177.30496
D 4	0.99716	5.27298	7.92387
D 8	7.82632	3.54693	0.89966
D 9	6.45682	4.63452	1.00008
D 1 4	0.99853	2.56937	5.38372
D 1 6	1.39837	1.66598	2.46978
D 2 0	0.89977	0.88502	0.89989

【 0 0 4 2 】

上記各実施例における前記条件式のパラメータ等の値は下表に示す通りである

。

【表 1】

	第 1 実施例	第 2 実施例	第 3 実施例
レンズデータ	数値データ 1	数値データ 2	数値データ 3
W 半画角 (ω_w)	31.9	35.5	39.7
S 半画角	19.5	21.8	25.7
T 半画角	12.4	12.6	15.7
最大像高	2.7	2.7	2.7
β_{2W}	-0.74863	-0.67480	-0.51089
β_{3W}	-0.76122	-0.69462	-0.53488
$ f_2 / f_w$	2.2163	2.2125	3.6491
f_3 / f_w	2.3271	2.4290	3.0760
$D3 / D2$	0.92336	0.81538	0.82501
$M4 \cdot S1$	2.583E+2	3.271E+2	2.256E+2
$y_{07} / (f_w \cdot \tan \omega_{07w})$	0.97071	0.88208	0.87390
f_w / y_{10}	1.70571	1.53017	1.32698
d_F / d_P	0.47222	0.47222	0.48000
R_{11} / y_{10}	-2.33800	-2.50700	-3.36307
$f_w \cdot (n_1 - 1) / R_{11}$	-0.61769	-0.51677	-0.27183
f_1 / f_w	3.5685	3.7891	7.3196
f_{12} / f_w	1.7585	1.9906	3.6981
$(R_{1PF} + R_{1PR}) / (R_{1PF} - R_{1PR})$	-0.60727	-0.44695	-0.03520
$(R_{2NF} + R_{2NR}) / (R_{2NF} - R_{2NR})$	0.53128	0.15403	-0.32871
$(R_{2PF} + R_{2PR}) / (R_{2PF} - R_{2PR})$	-1.91048	-1.04730	-0.24336
d_{22} / f_w	0.13028	0.14523	0.16746
R_{B3} / R_{B1}	0.33331	0.52087	0.39864
f_w / R_{B2}	-0.64324	-0.72930	-0.17648
$v_{BP} - v_{BN}$	28.65	28.65	31.75

第 1 ～ 第 3 実施例において $S1=177.30496$ (mm) である。

【0043】

以上説明したように、本発明のズームレンズは、特許請求の範囲に記載された特徴の他に、以下に示すような特徴も備えている。

(1) 前記第 1 移動レンズ群と前記第 2 移動レンズ群は前記開口絞りを挟んで隣接しており、広角端における前記第 1 移動レンズ群の最も像側の面頂から前記開口絞りまでの光軸に沿った距離を $D2$ 、前記開口絞りから前記第 2 移動レンズ群の最も物体側の面頂までの光軸に沿った同距離を $D3$ としたとき、下記条件を満足する請求項 1 乃至 3 の何れかに記載のズームレンズ。

$$0.5 < D3/D2 < 1.4$$

【0 0 4 4】

(2) 前記第 1 移動レンズ群は負レンズに、前記第 2 移動レンズ群は正レンズにそれぞれ非球面を有している請求項 1 乃至 3 の何れかまたは上記 (1) に記載のズームレンズ。

【0 0 4 5】

(3) 前記第 2 移動レンズ群の像側にフォーカスのために移動可能であるレンズ群を有する請求範囲 1 乃至 3 の何れかまたは上記 (1) または (2) に記載のズームレンズ。

【0 0 4 6】

(4) 最も像面に近いレンズ群が像面に対して位置がほぼ固定されている請求項 1 乃至 3 の何れかまたは上記 (1) 乃至 (3) の何れかに記載のズームレンズ。

【0 0 4 7】

(5) 請求項 1 乃至 3 の何れかまたは上記 (1) 乃至 (4) の何れかに記載のズームレンズと電子撮像素子とを有し、前記ズームレンズを通じて前記電子撮像素子の撮像面上に結像された像を撮像して得られた画像データを加工して、形状を変化させた画像データとして出力することが可能な電子撮像装置において、実質上無限遠物点合焦時に前記ズームレンズの歪曲収差に関して下記条件を満足するようにした電子撮像装置。

$$0.75 < y_{07} / (f_w \cdot \tan \omega_{07w}) < 0.96$$

$$1.0 < f_w / y_{10} < 2.1$$

但し、前記電子撮像素子の有効撮像面内（撮像可能な面内）で中心から最も遠い点までの距離（最大像高）を y_{10} とすると、 $y_{07} = 0.7 y_{10}$ 、 ω_{07w} は広角端における前記撮像面上の中心から y_{07} の位置に結ぶ像点に対応する物点方向の光軸に対する角度である。

【0 0 4 8】

【発明の効果】

上述の如く本発明によれば、物体側にプリズムなどの反射光学素子を配置して

光学系特にズームレンズ系の光路（光軸）を折り曲げ、前記プリズムの入射面を凹面とすると共に非球面を活用することにより、ズーム比、画角、F値、少ない収差など、高い光学仕様性能を確保しながらも沈胴式鏡筒に見られるようなカメラの使用状態への立ち上げ時間（レンズのせり出し時間）がなく、防水・防塵上も好ましく、また、奥行き方向が極めて薄いカメラを提供することが可能となる。さらに、絞りやシャッター機構などを移動させない光学構成とすることにより、奥行きをさらに薄くすることが出来るのみならず、歪曲が少なく高画質で広画角の撮影が可能な電子撮像装置を提供することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による電子撮像装置に用いるズームレンズの第 1 実施例にかかる光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端無限遠物点合焦時の折り曲げ時における状態を示している。

【図 2】

第 1 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 3】

第 1 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 4】

第 1 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 5】

第 1 実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 6】

第 1 実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 7】

第1実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図8】

第1実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図9】

本発明による電子撮像装置に用いるズームレンズの第2実施例にかかる光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端無限遠物点合焦時の折り曲げ時における状態を示している。

【図10】

第2実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図11】

第2実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図12】

第2実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図13】

第2実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図14】

第2実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図15】

第2実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図16】

第2実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、

歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 17】

本発明による電子撮像装置に用いるズームレンズの第3実施例にかかる光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、広角端無限遠物点合焦時の折り曲げ時における状態を示している。

【図 18】

第3実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時の光学構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端での状態を示している。

【図 19】

第3実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 20】

第3実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 21】

第3実施例のズームレンズの無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

【図 22】

第3実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、広角端での状態を示している。

【図 23】

第3実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、中間での状態を示している。

【図 24】

第3実施例のズームレンズの近距離物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、望遠端での状態を示している。

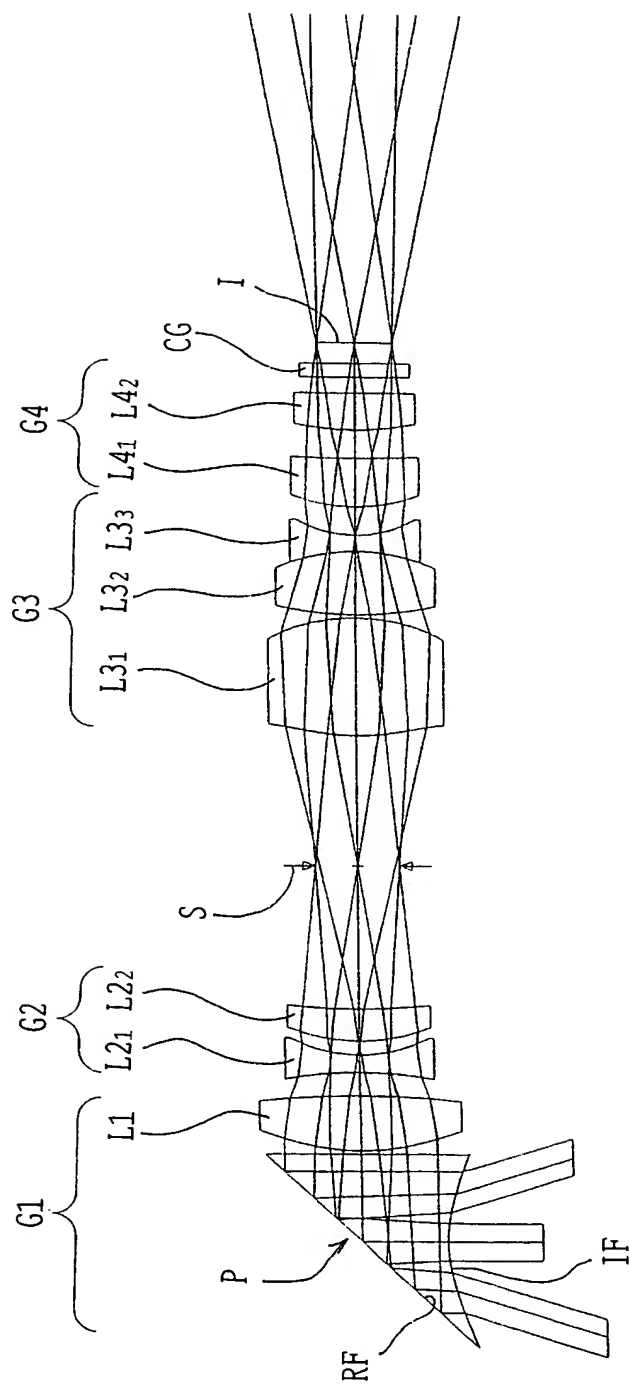
【符号の説明】

- | | |
|-----|----------|
| G 1 | 第 1 レンズ群 |
| G 2 | 第 2 レンズ群 |

G 3	第 3 レンズ群
G 4	第 4 レンズ群
L 1 ~ L 4 2	レンズ
P	反射光学素子（プリズム）
R F	反射面
I F	光線入射面
S	開口絞り
C G	カバーガラス
I	撮像面

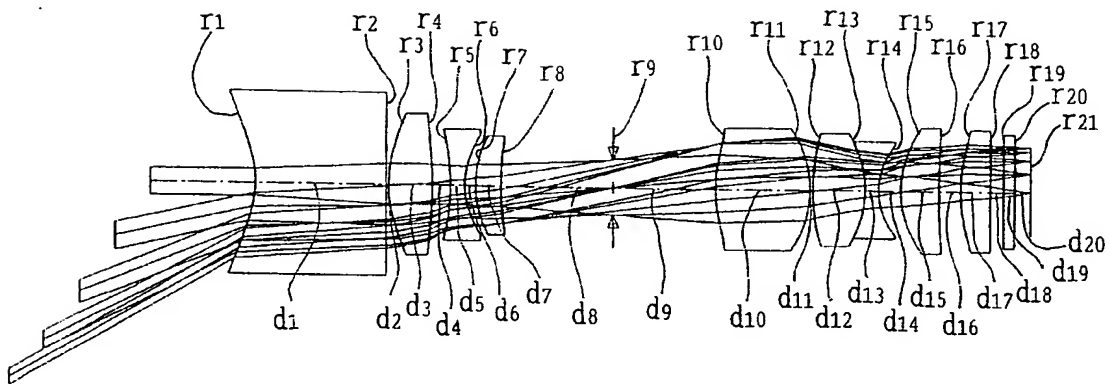
【書類名】 図面

【図 1】

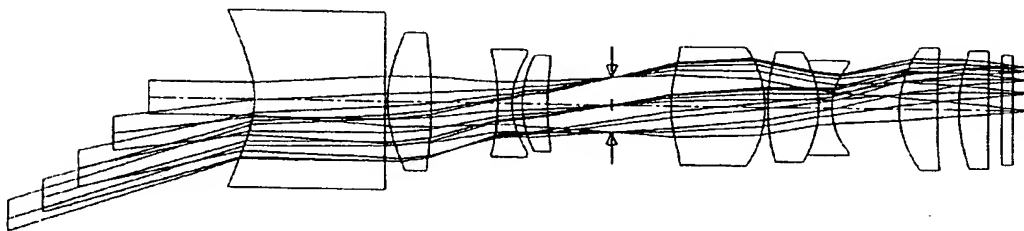


【図 2】

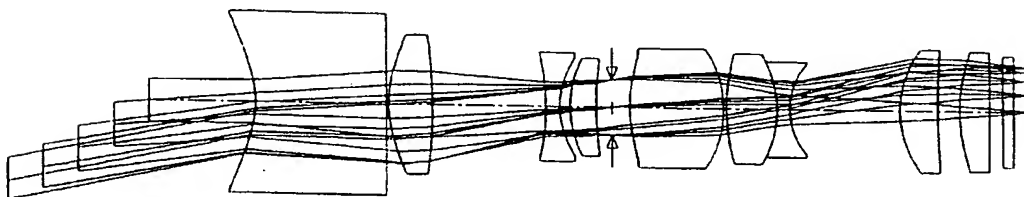
(a)



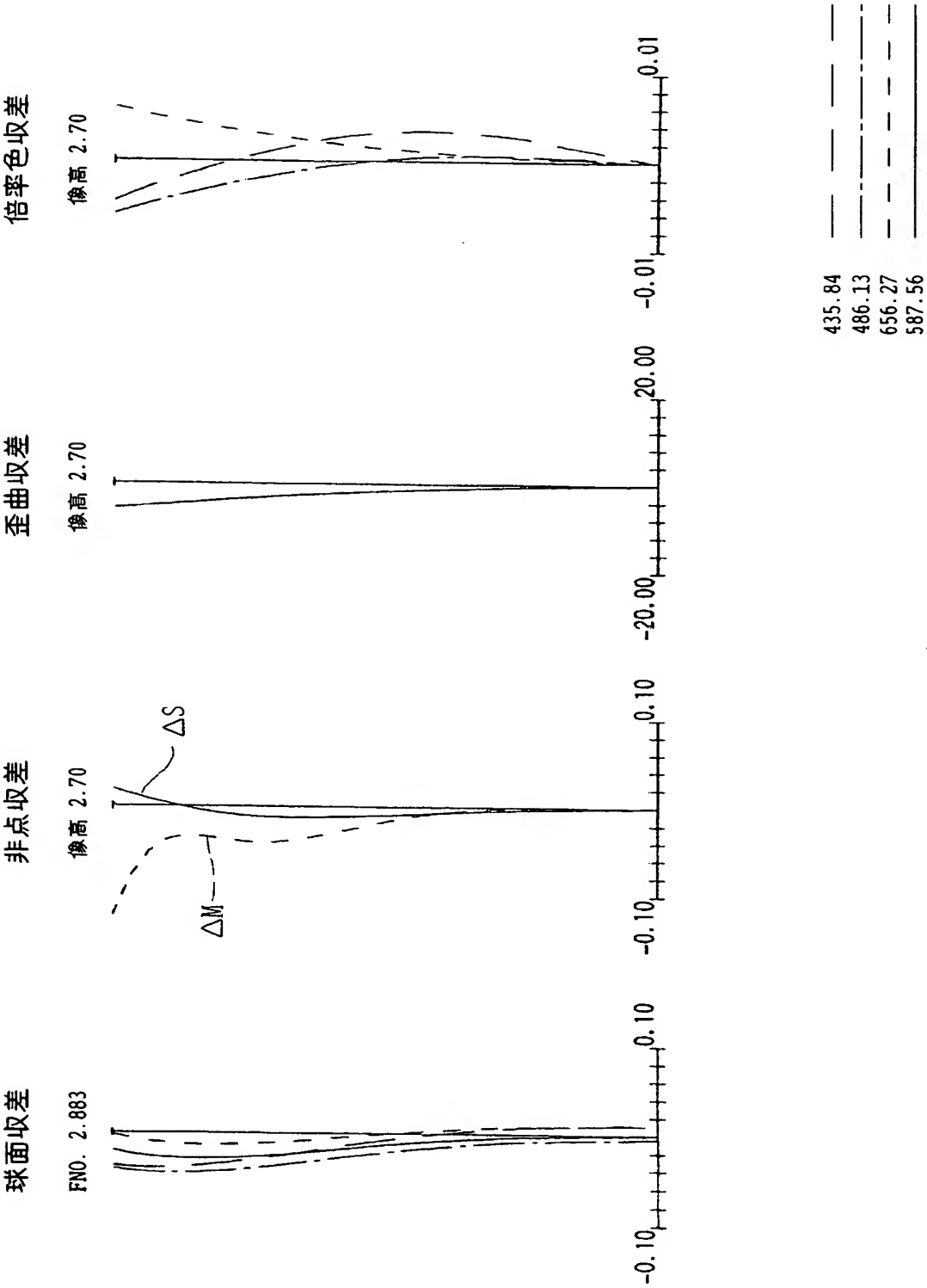
(b)



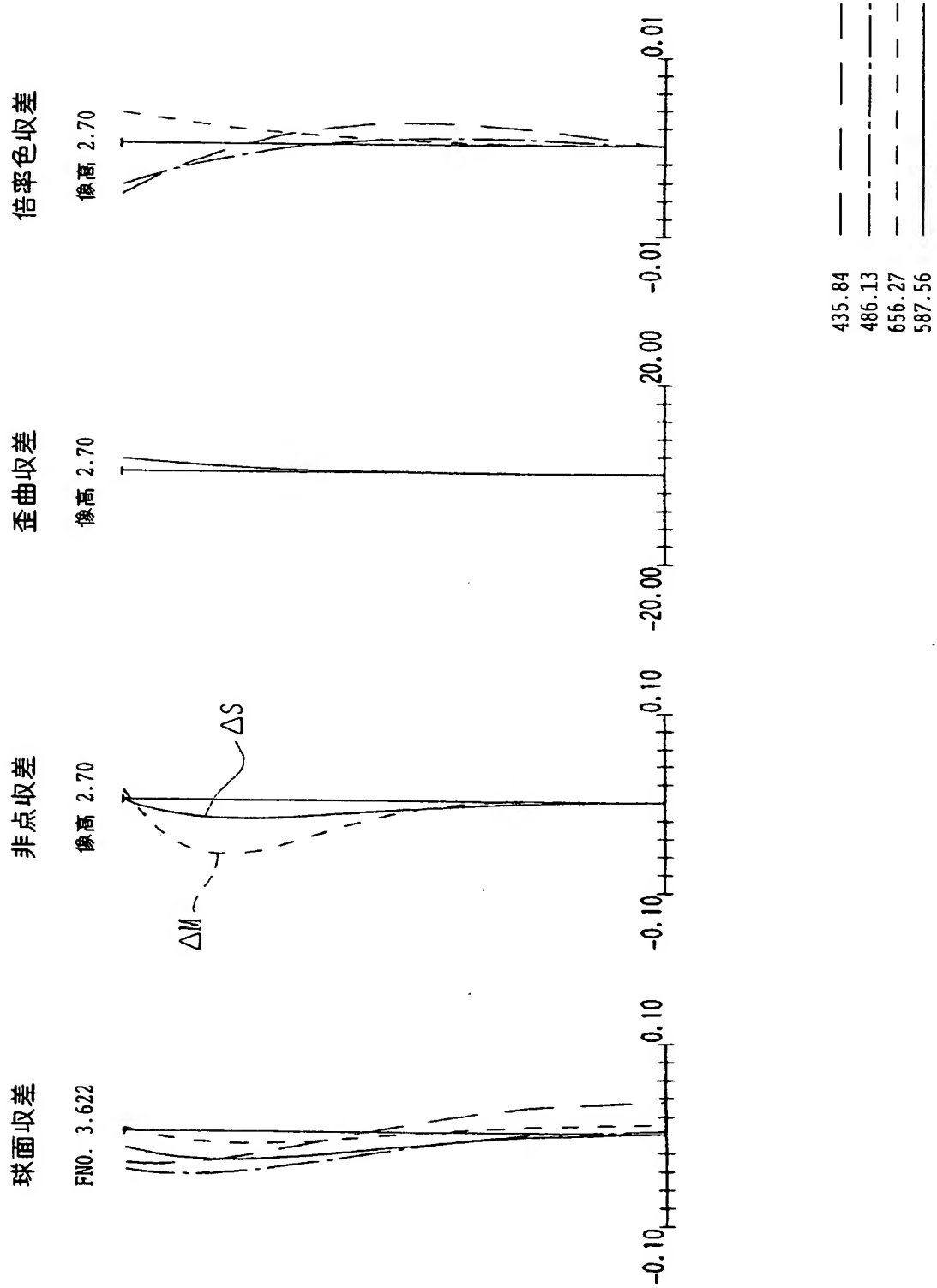
(c)



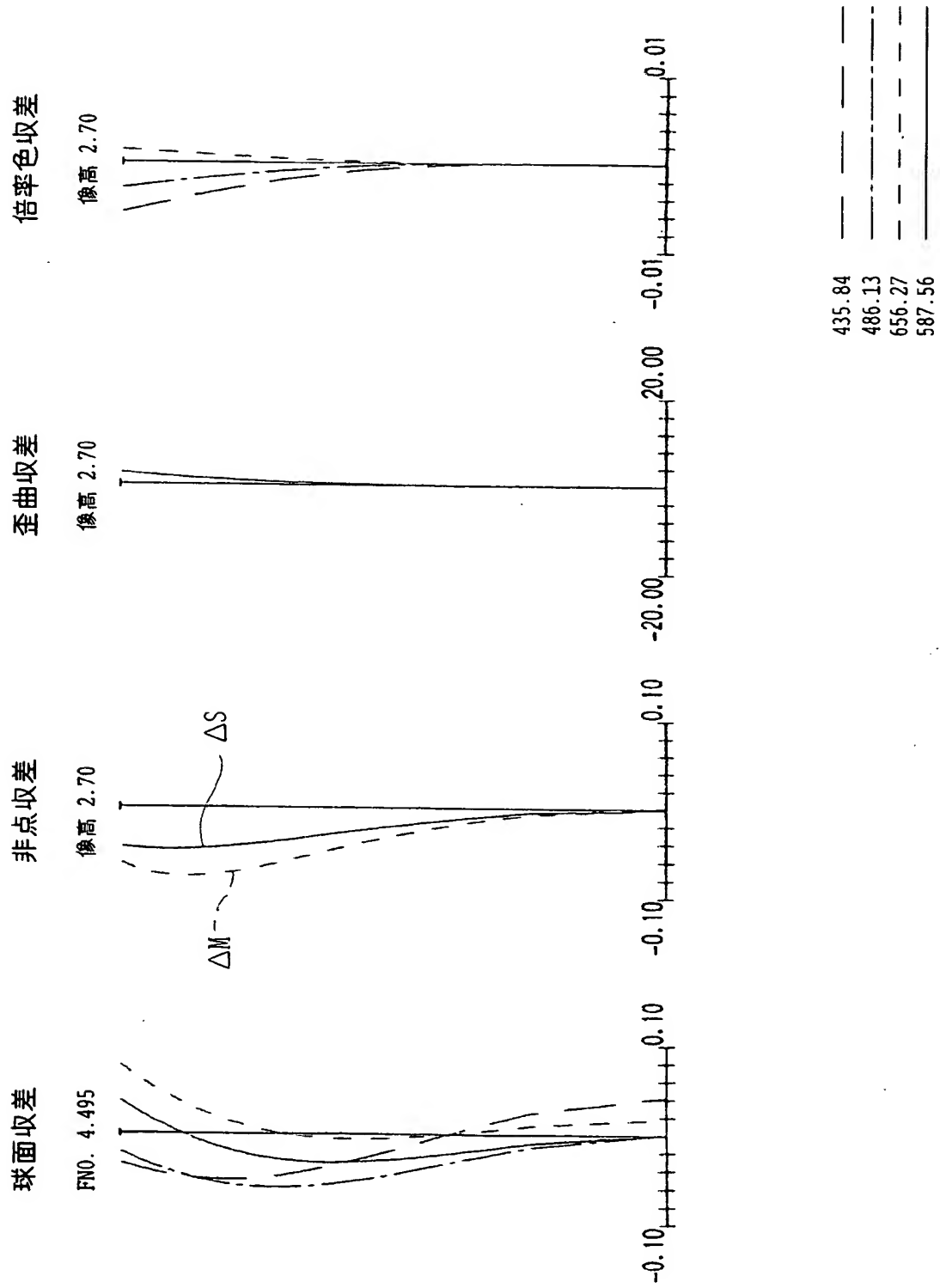
【図 3】



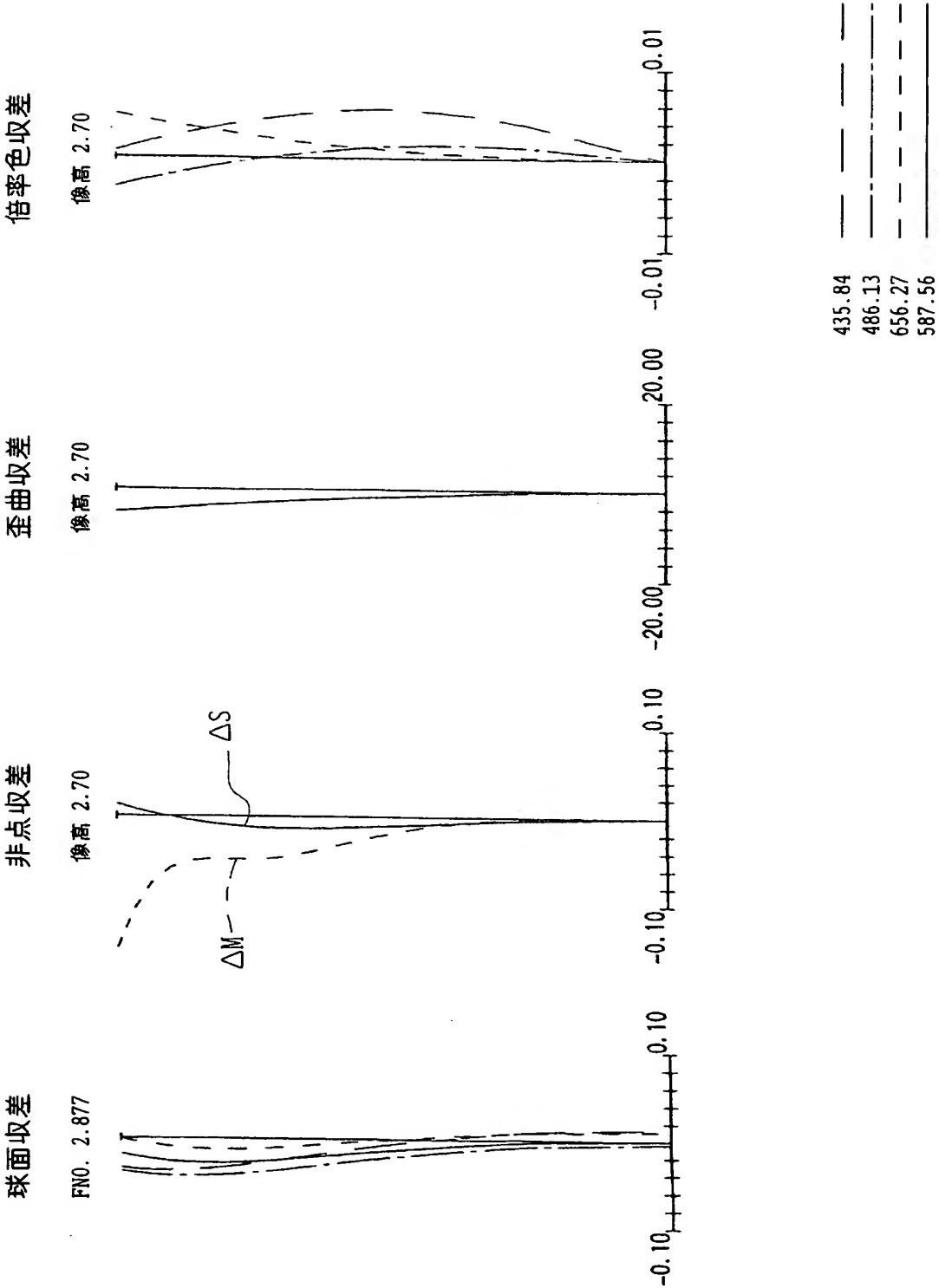
【図 4】



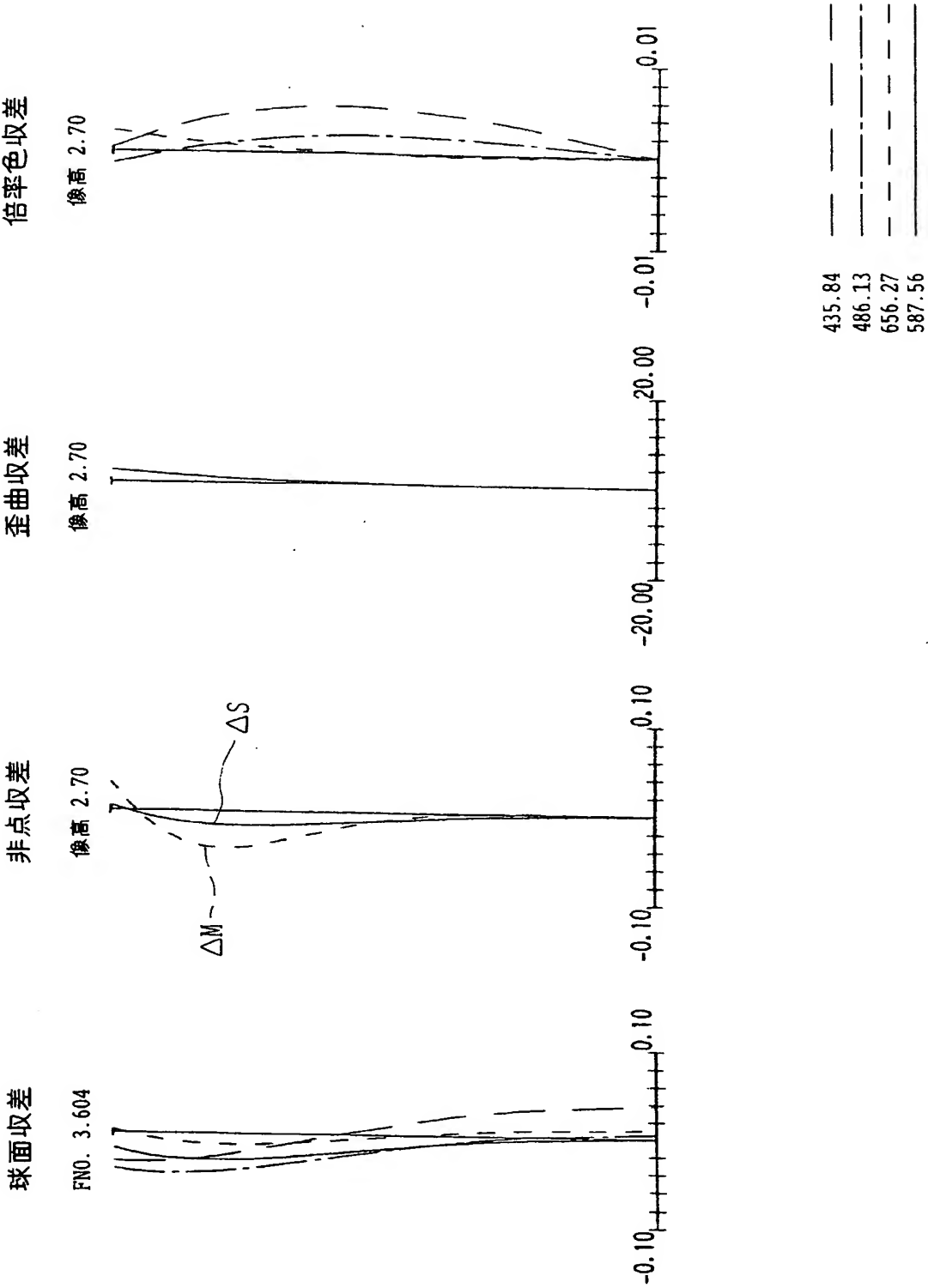
【図 5】



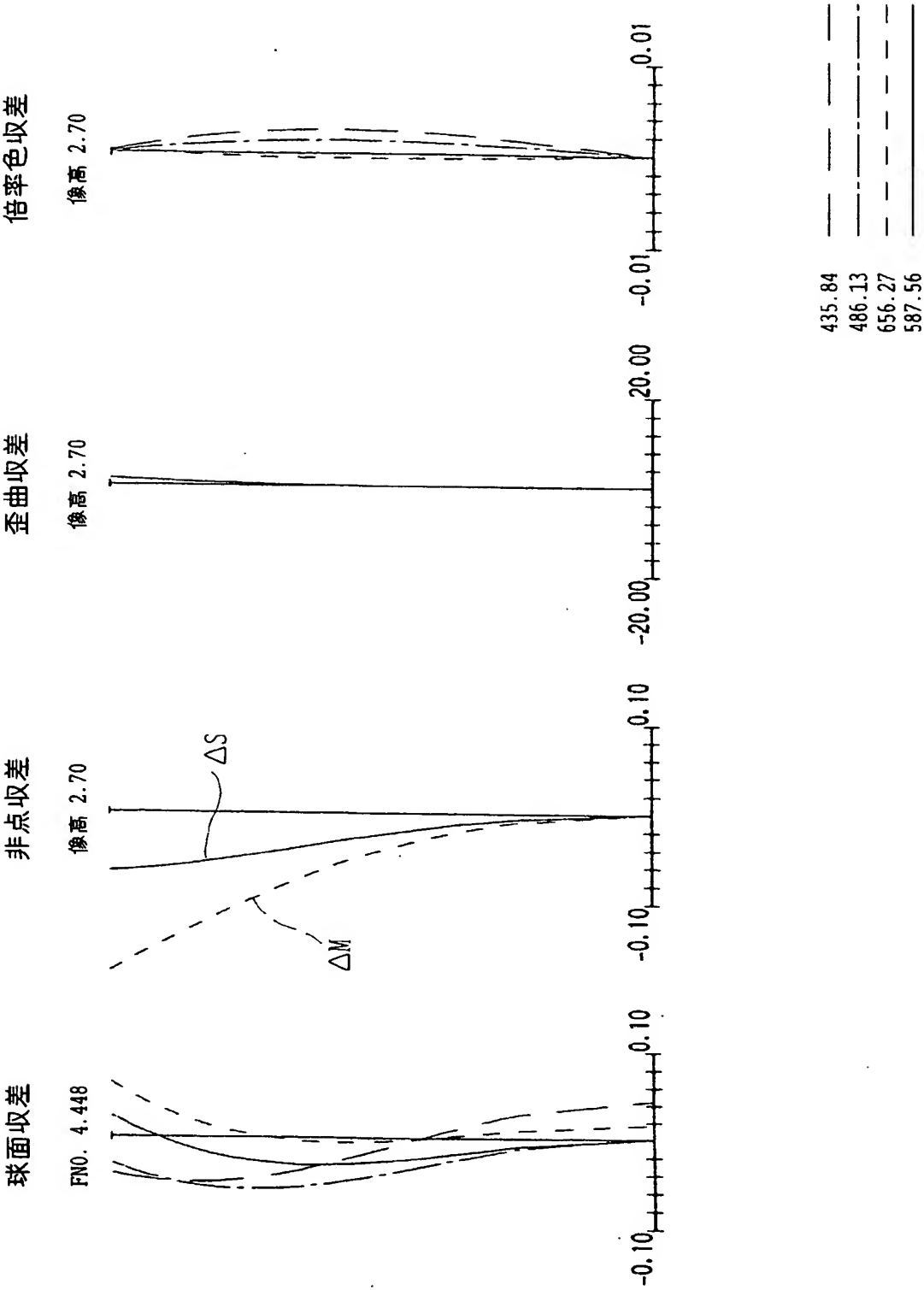
【図 6】



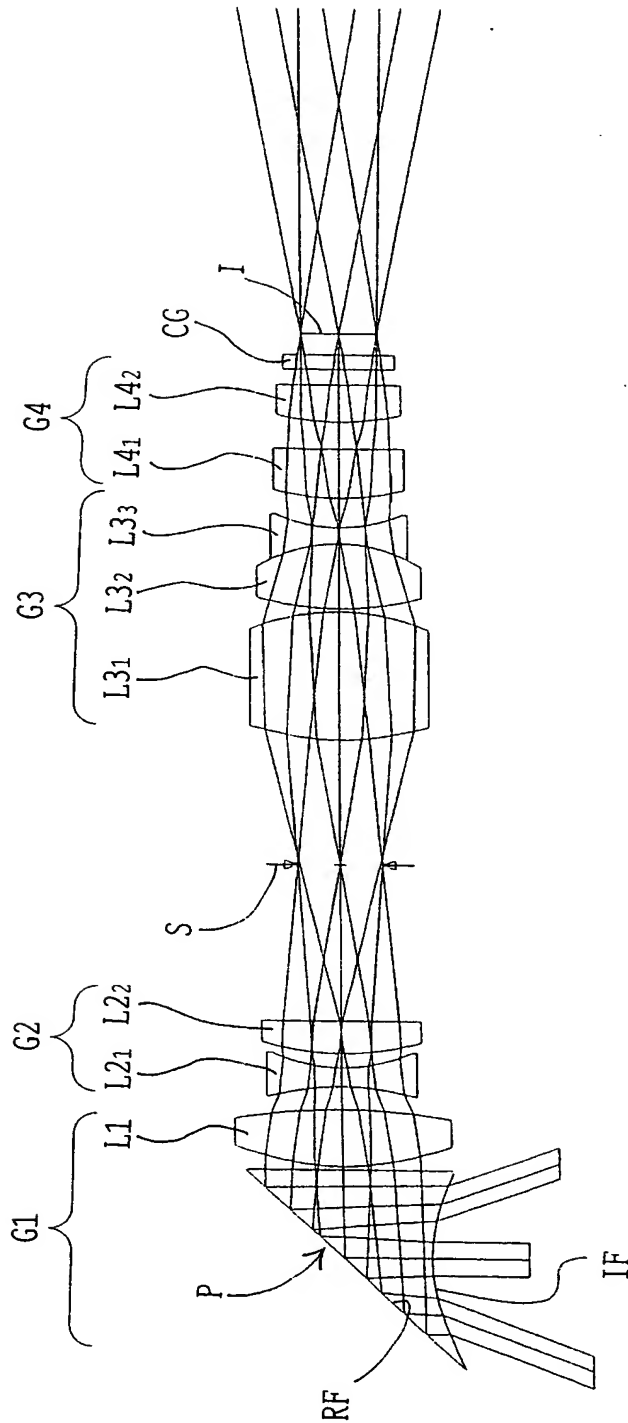
【図 7】



【図 8】

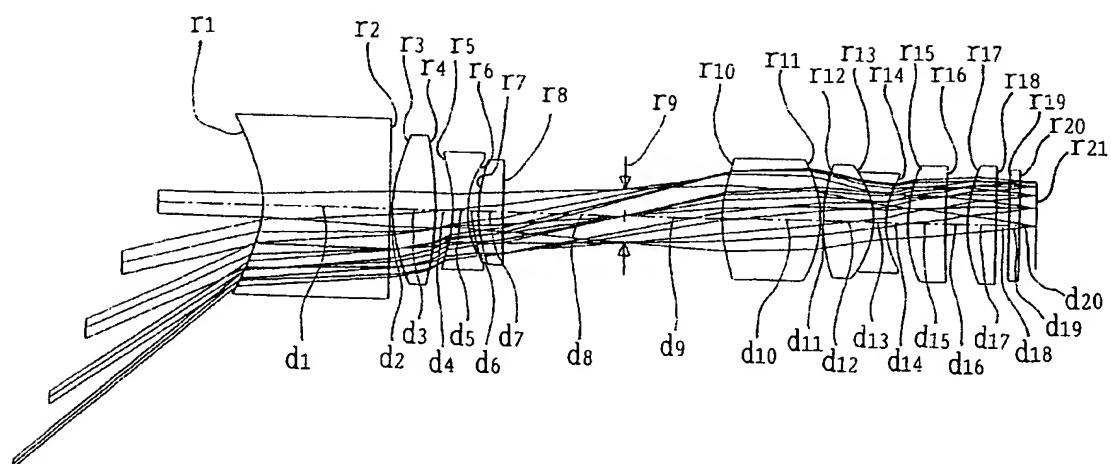


【図 9】

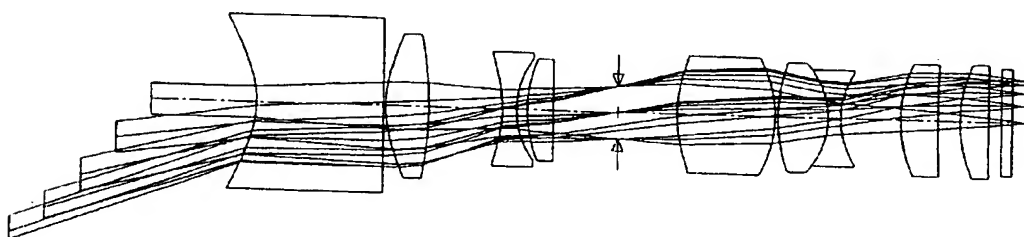


【図 10】

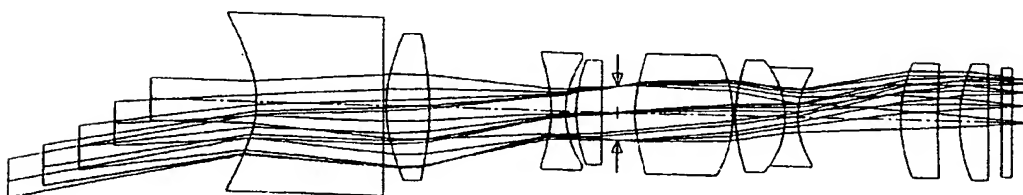
(a)



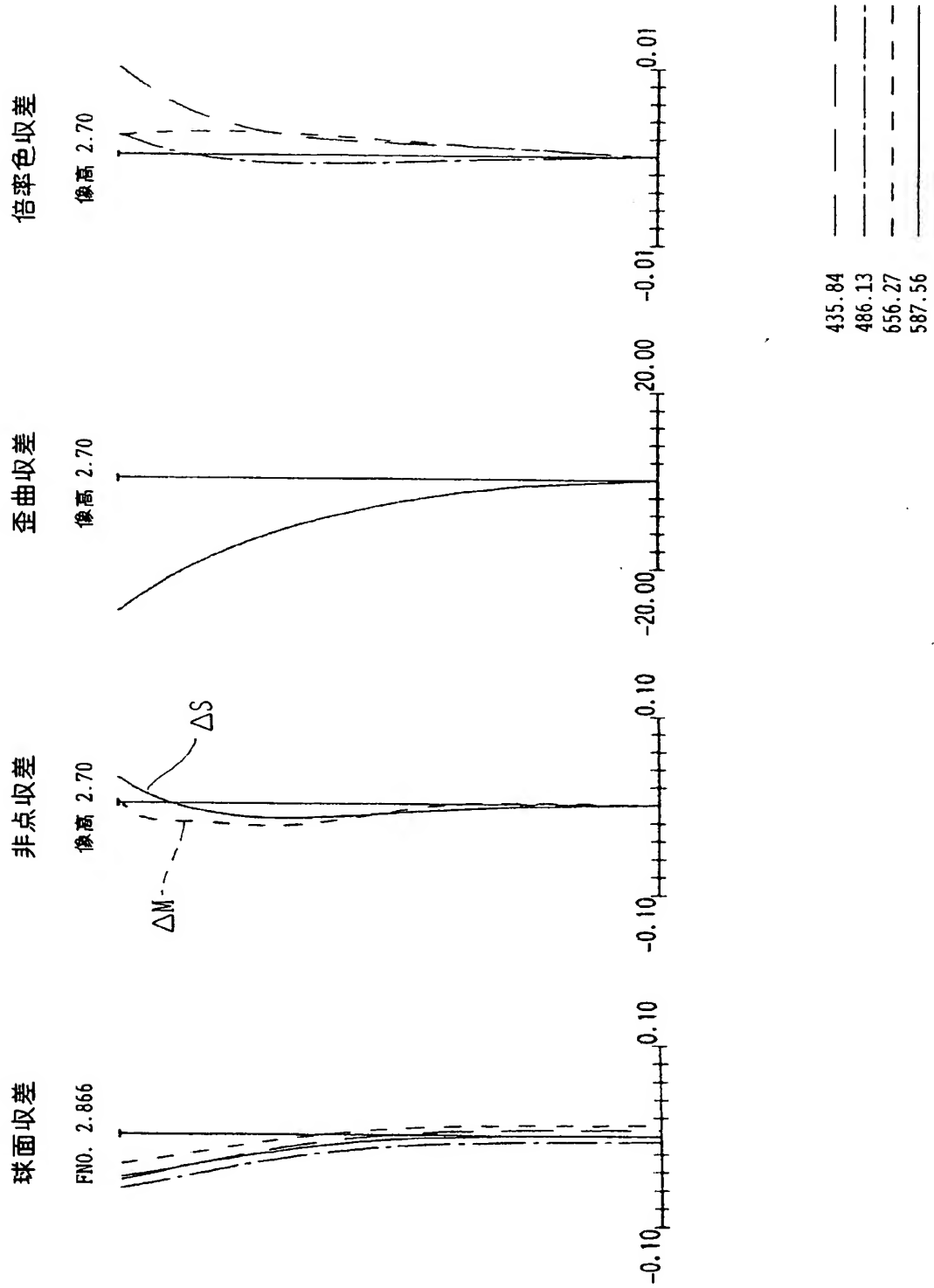
(b)



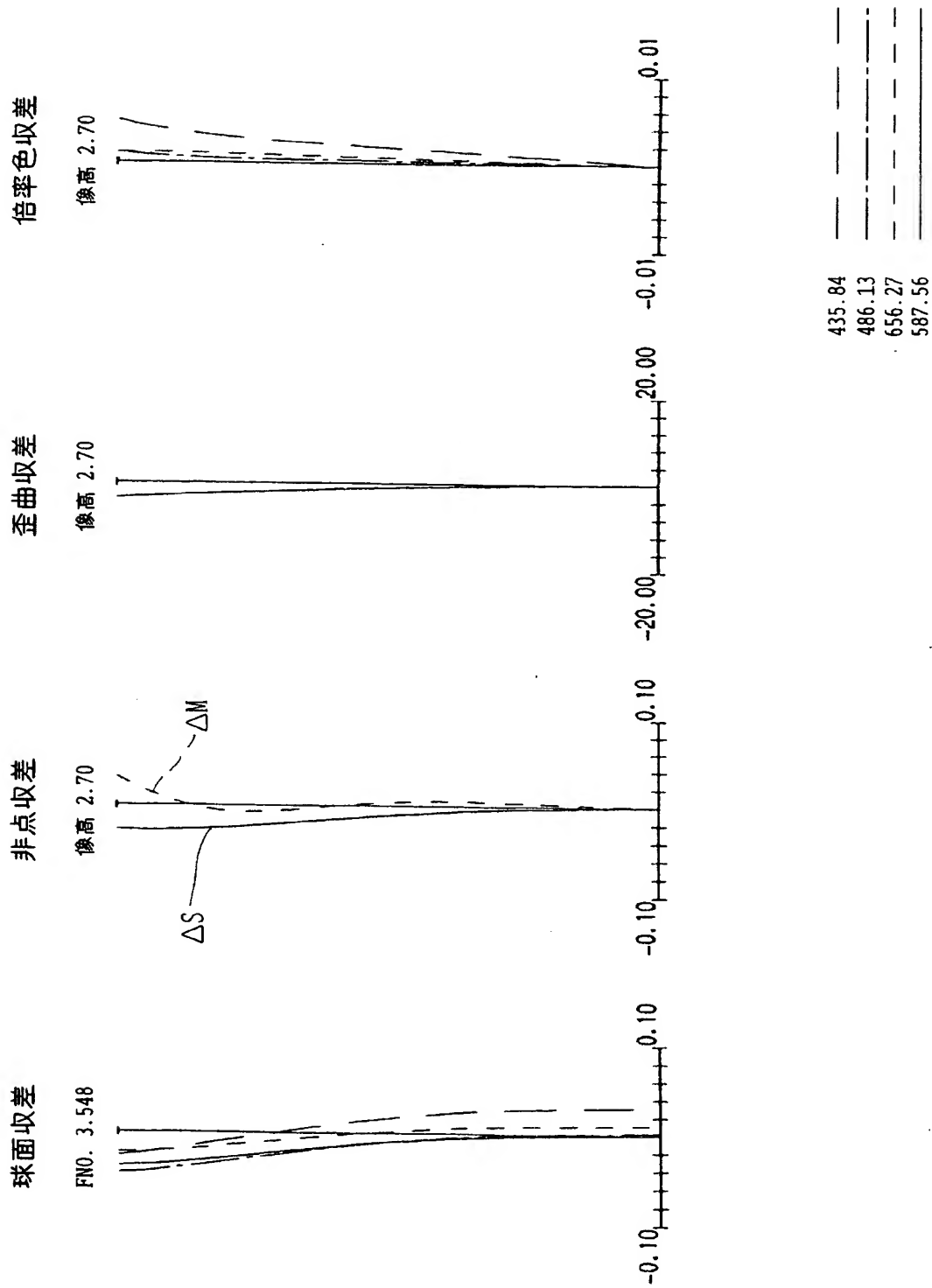
(c)



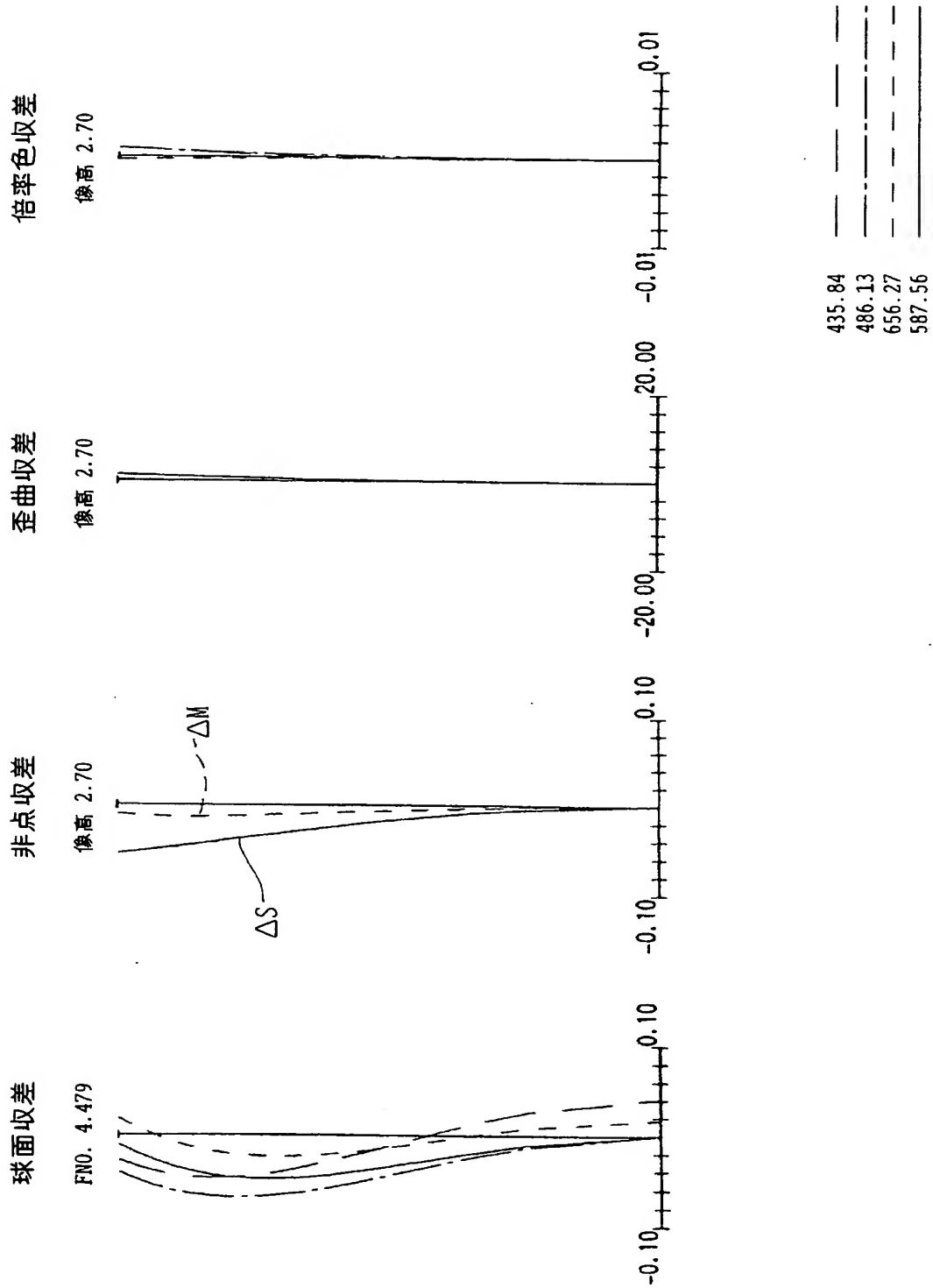
【図 11】



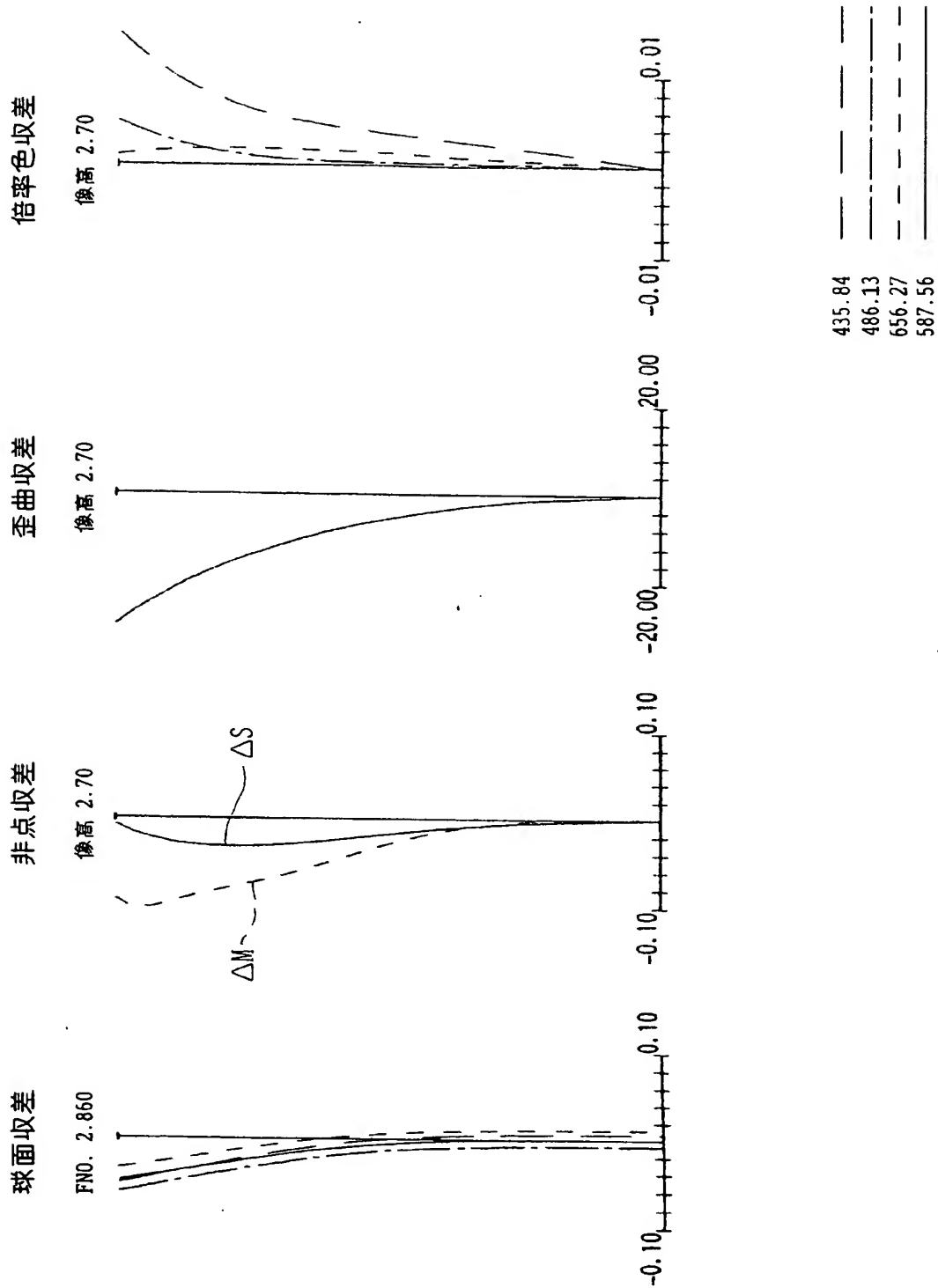
【図 12】



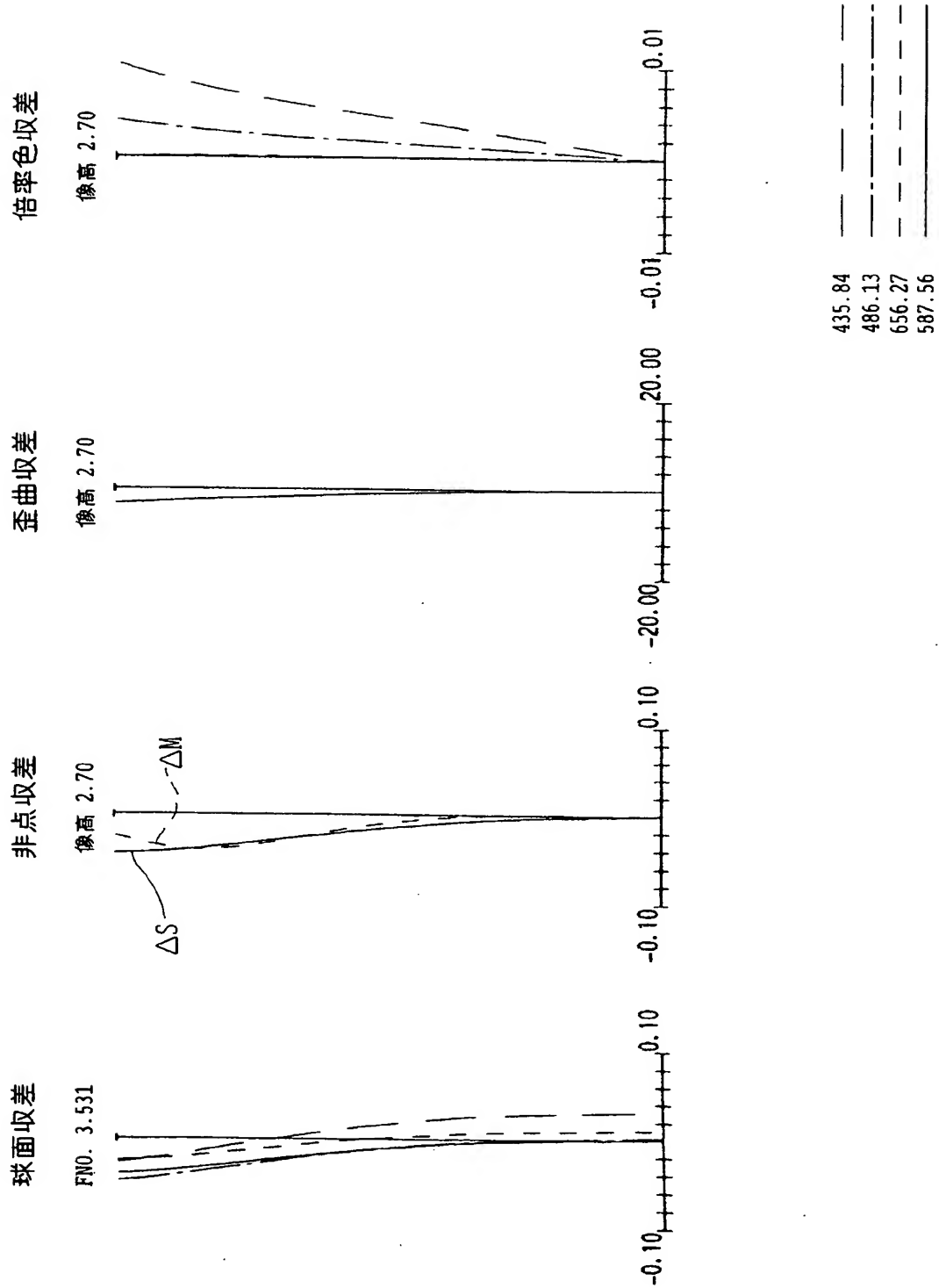
【図 13】



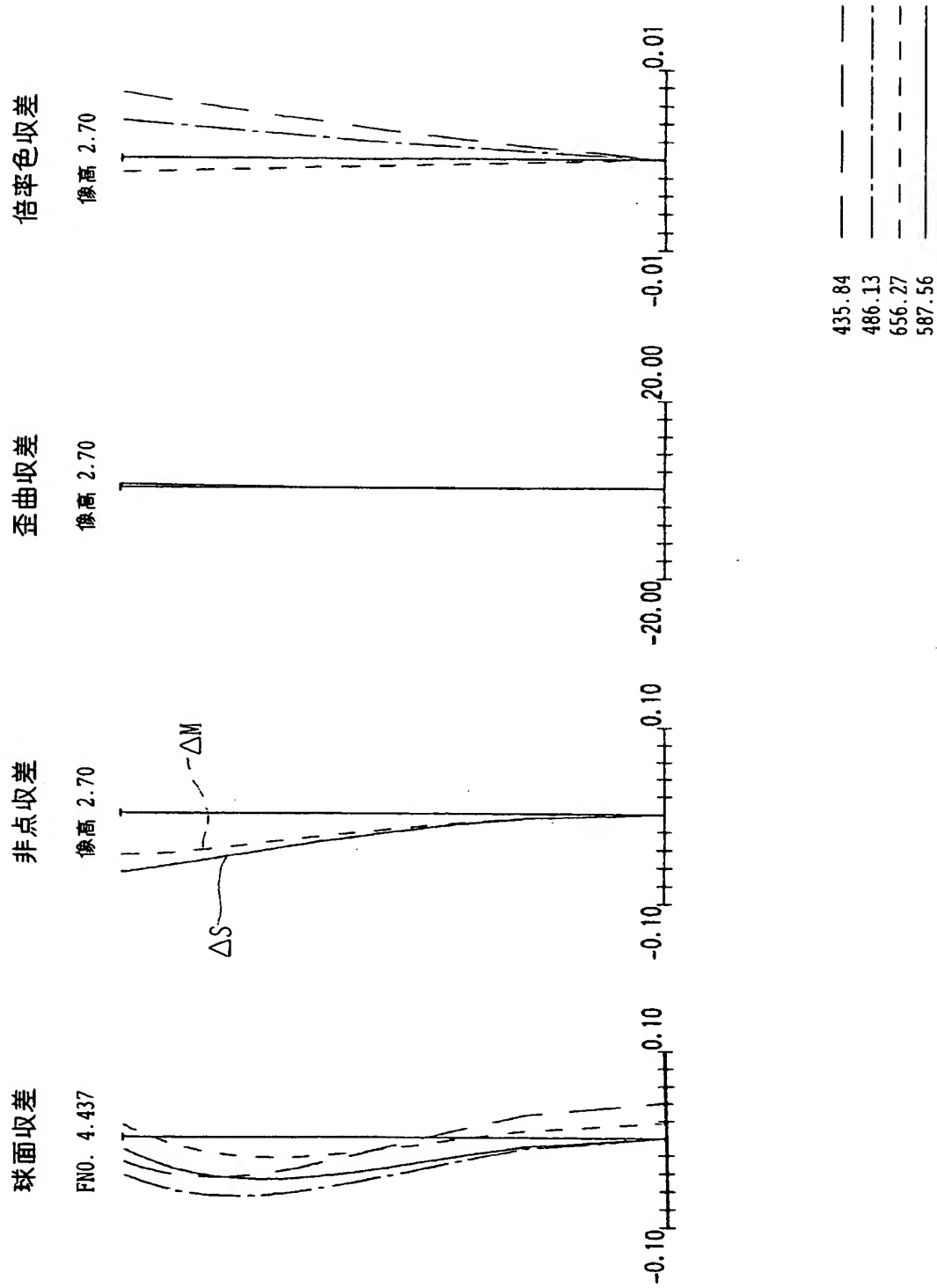
【図 14】



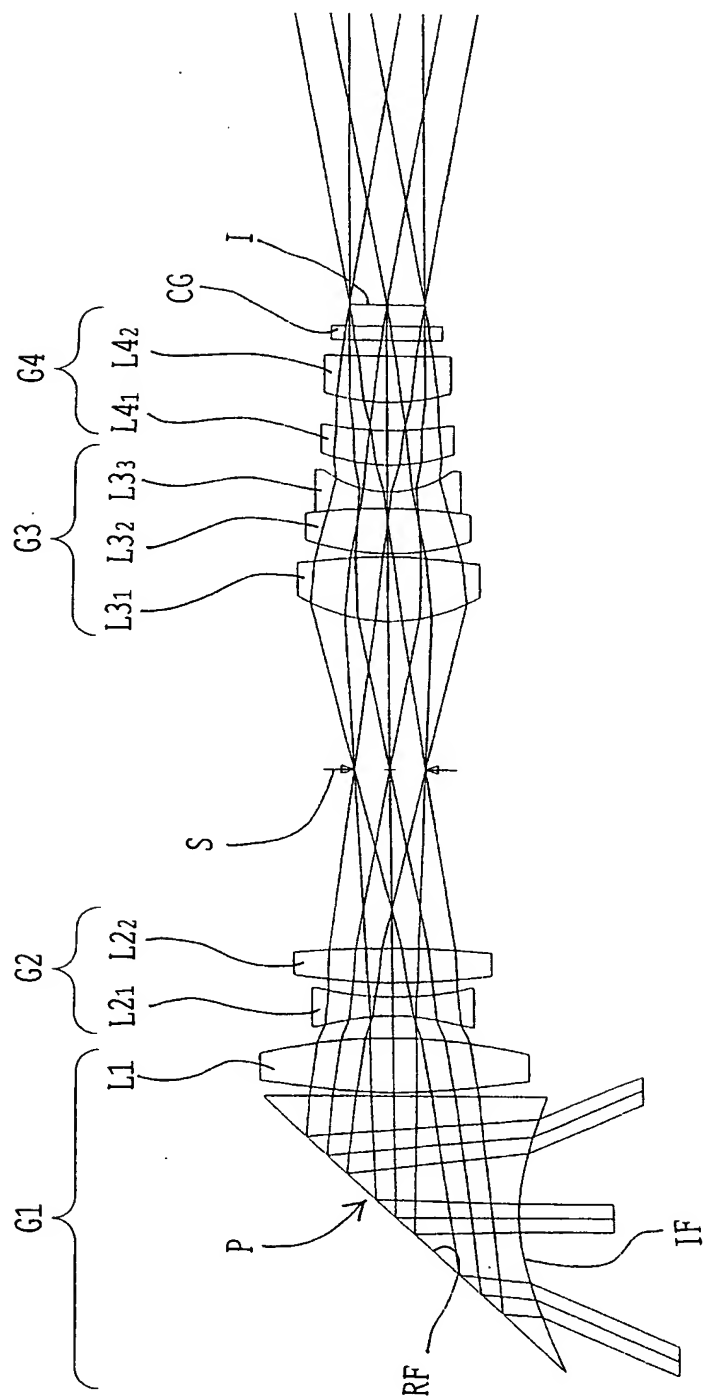
【図 15】



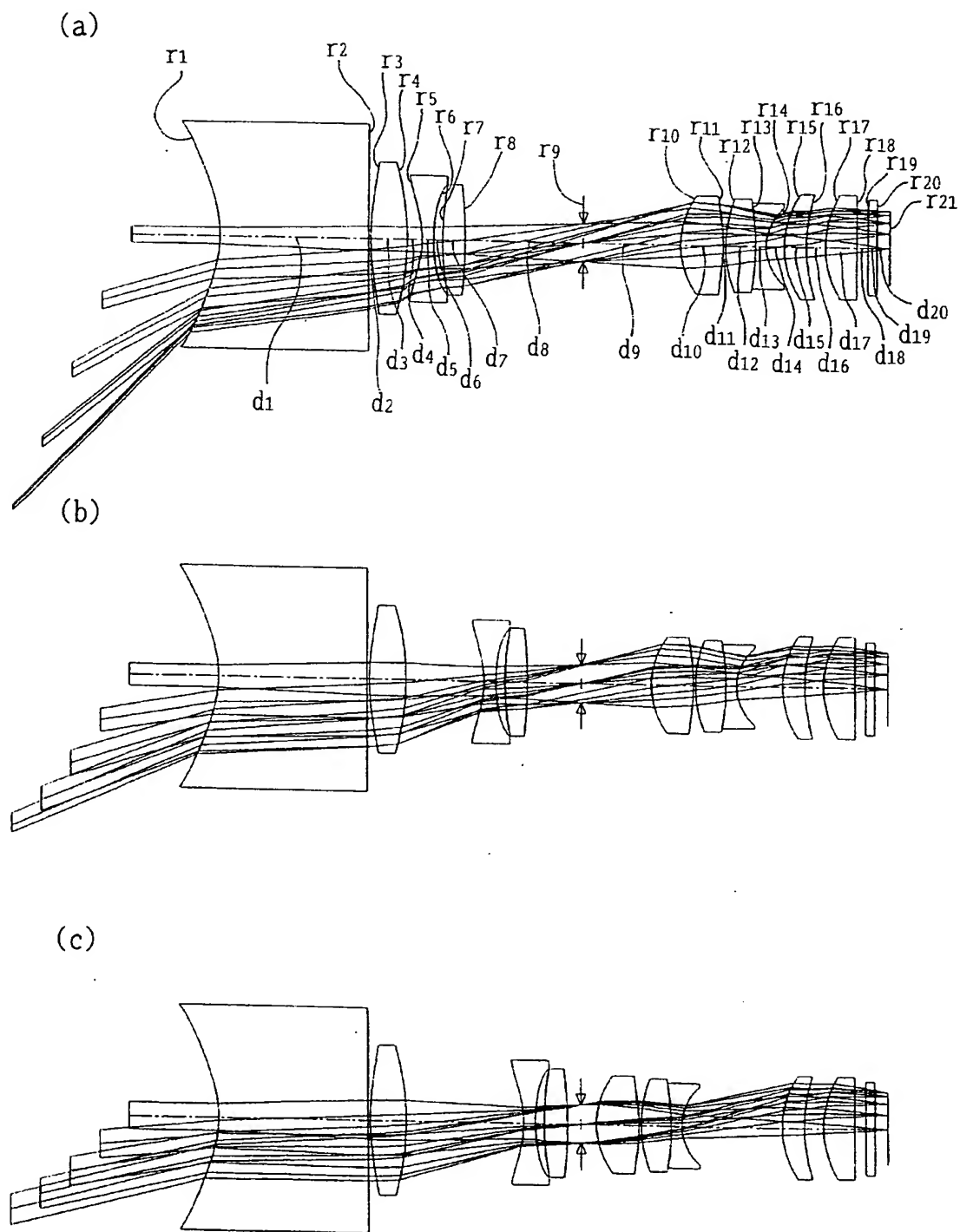
【図 1 6】



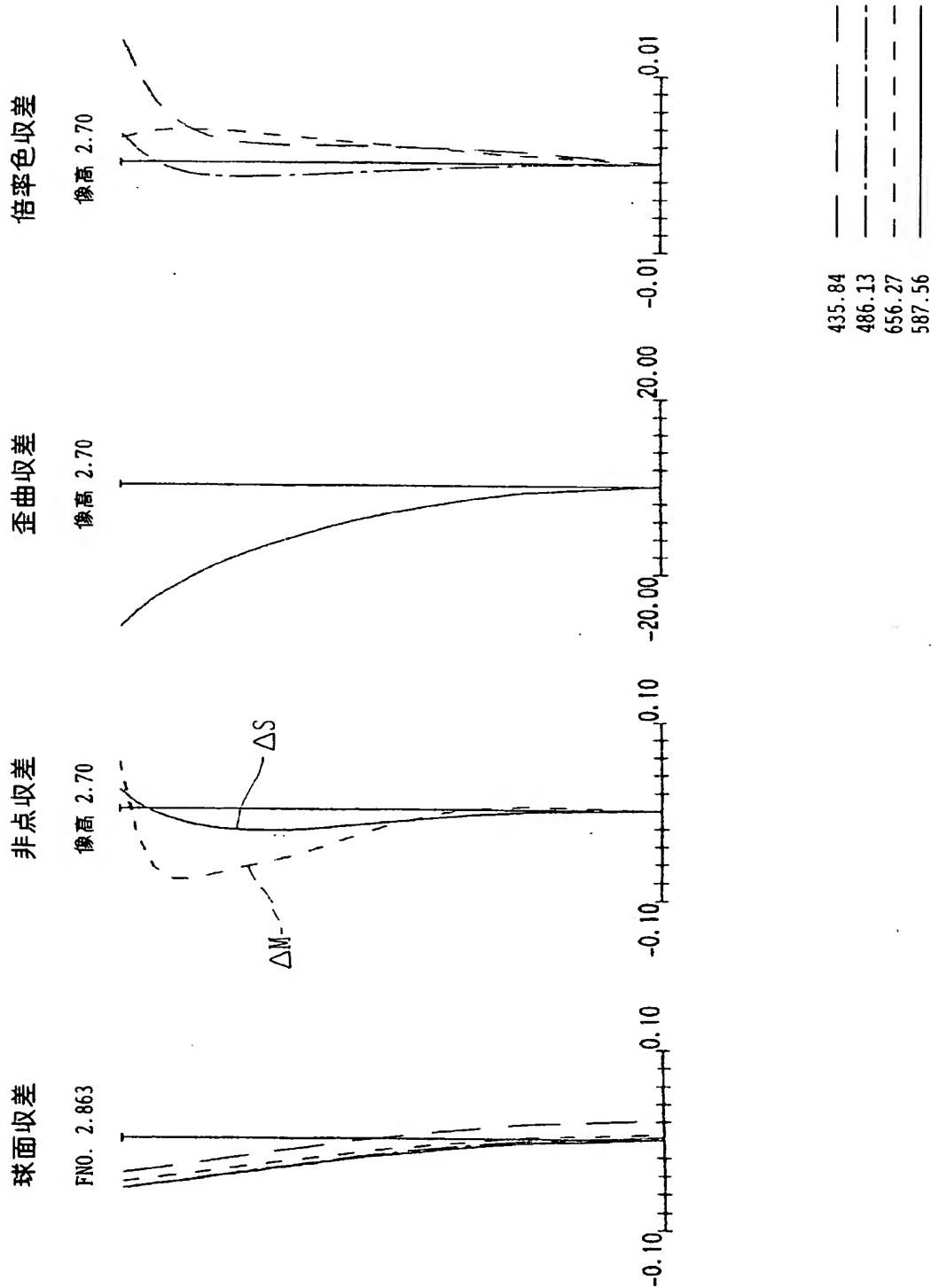
【図 17】



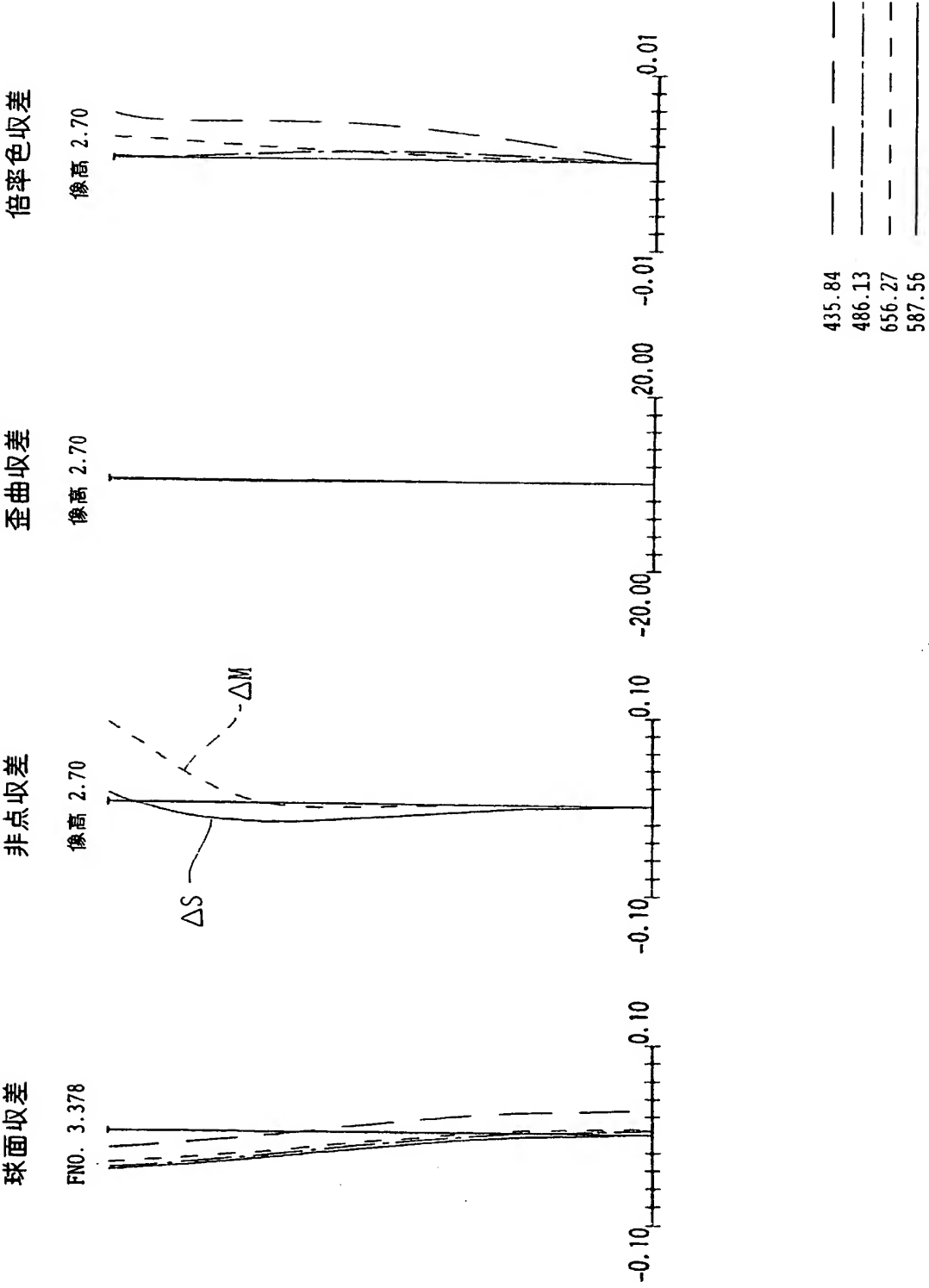
【図 18】



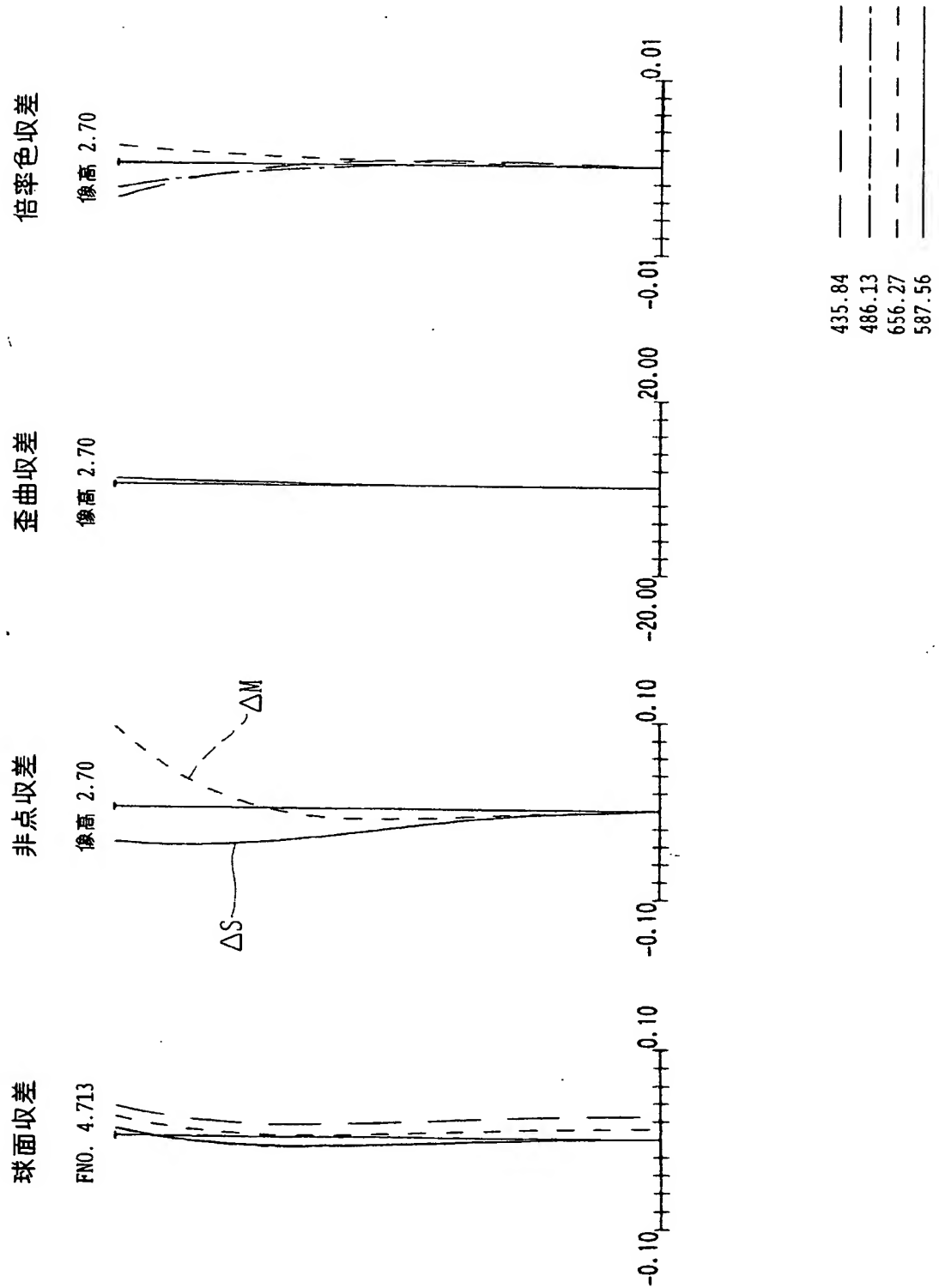
【図 19】



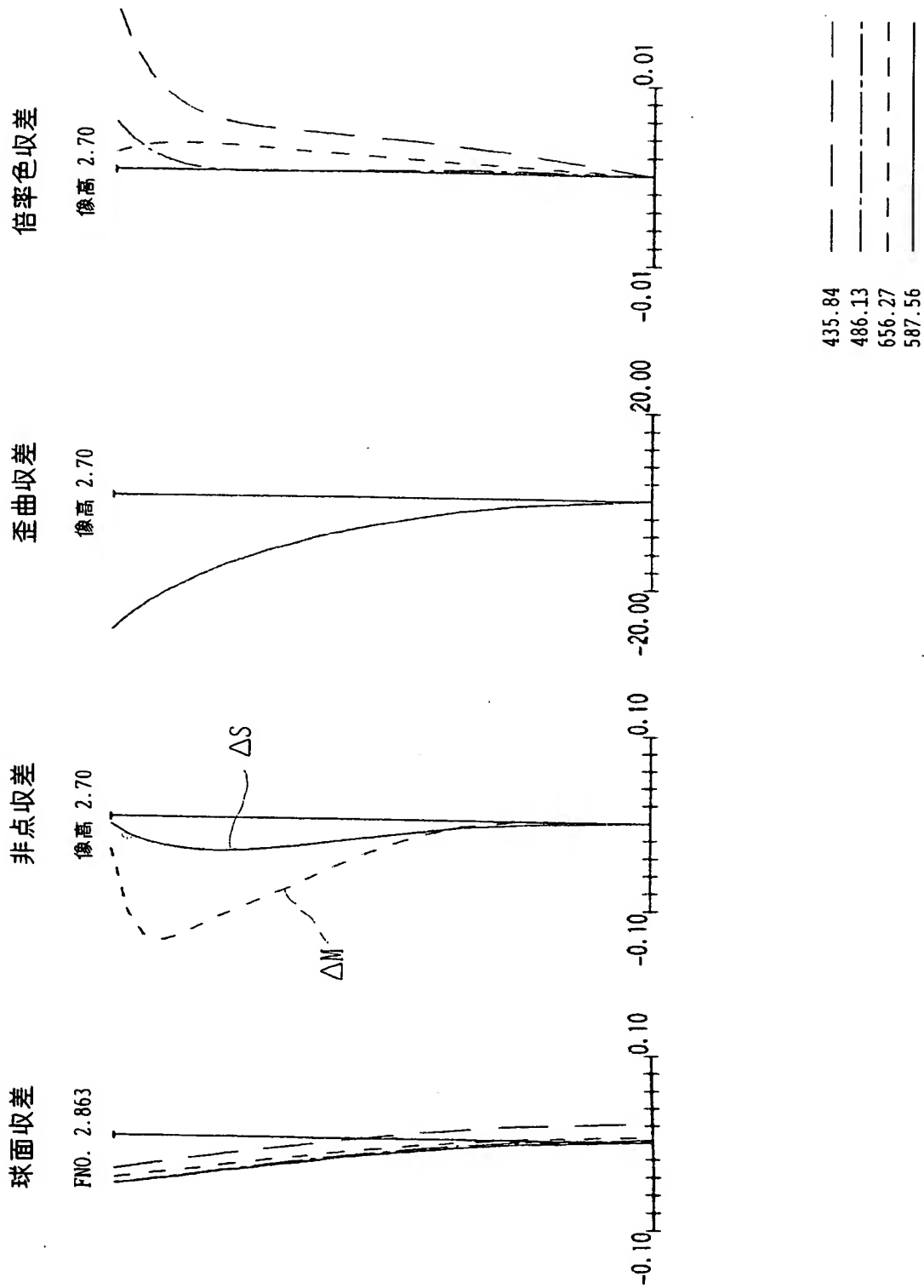
【図 20】



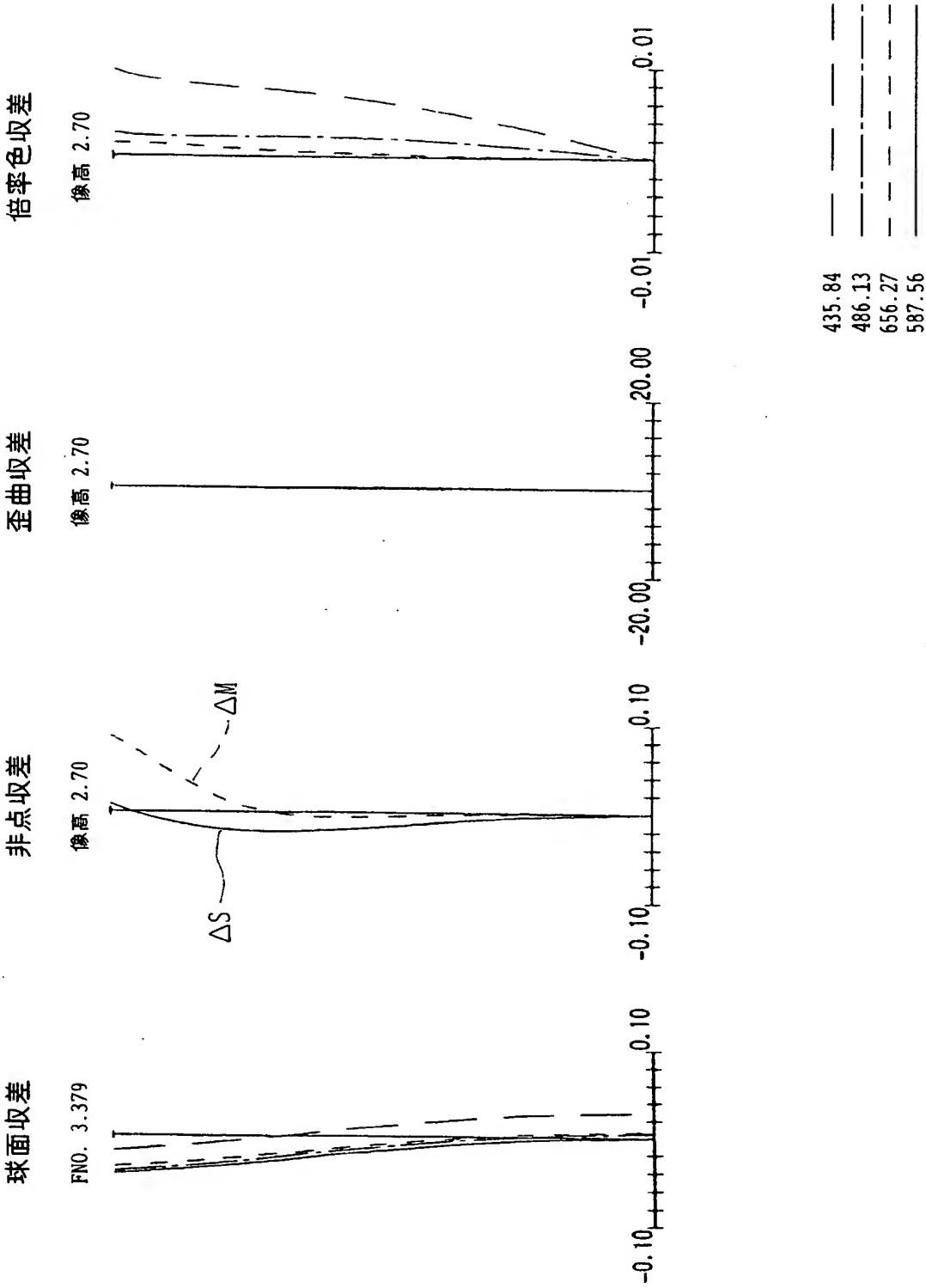
【図 21】



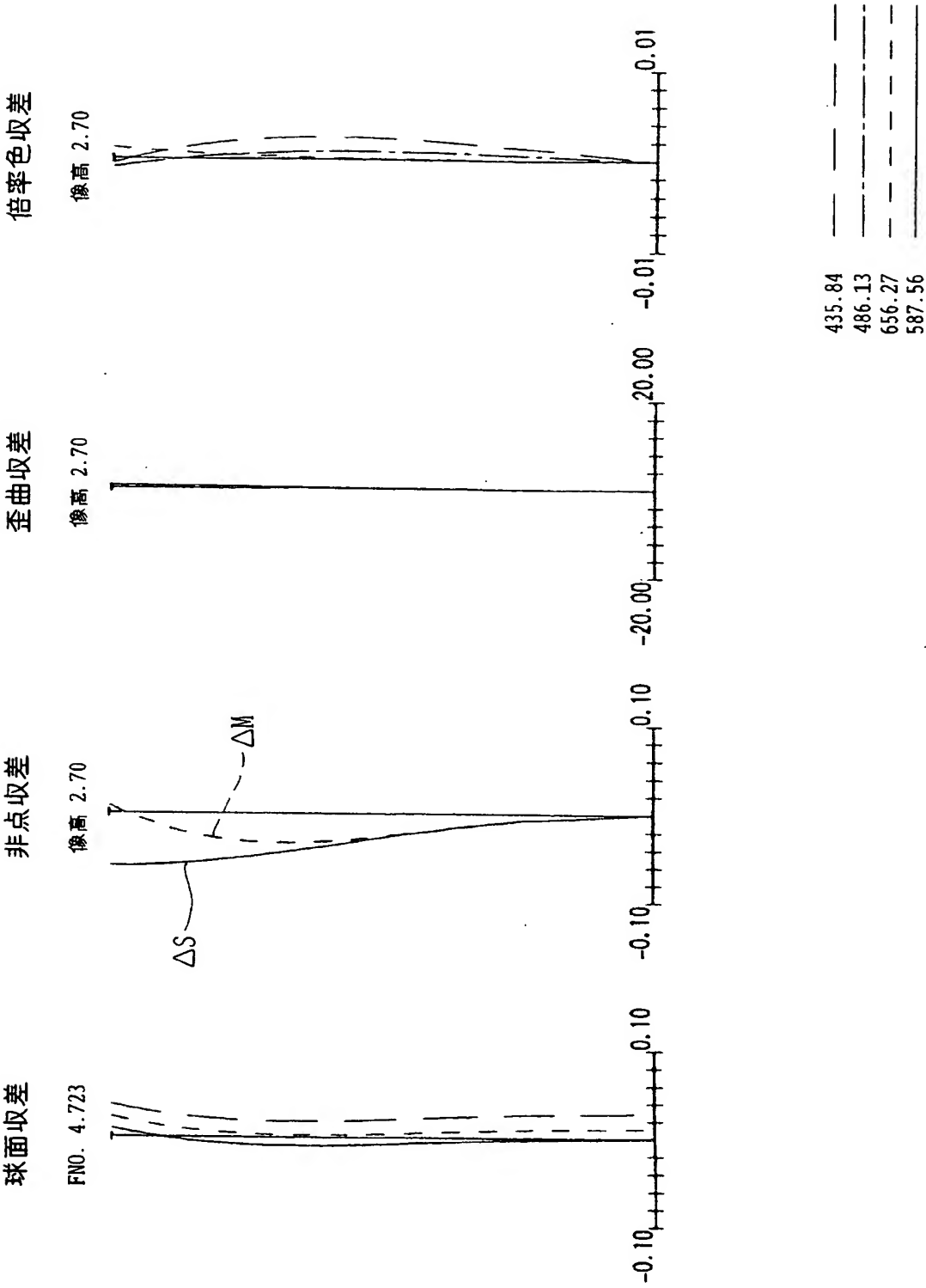
【図 22】



【図 23】



【図 24】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高ズーム比で明るいF値など高い光学仕様性能を有するズームレンズと、奥行き方向が極めて薄く高画質な写真を得ることができ且つ歪曲が少なく広画角な撮影が可能な電子撮像装置を提供する。

【解決手段】 ズームレンズは、物体側から光路に沿って順に配置された、光路を折り曲げるための反射面RFを有し正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第1移動レンズ群G2と、広角端から望遠端に変倍する際に単調に物体側に移動する第2移動レンズ群G3とを含み、以下の条件をともに満足するように構成されている。

$$-1.0 \leq \beta_{2W} \leq -0.40$$

$$-1.0 \leq \beta_{3W} \leq -0.40$$

但し、 β_{2W} 、 β_{3W} はそれぞれ第2移動レンズ群、第2移動レンズ群の広角端における倍率である。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 5 7 5 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 0 3 7 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

氏 名

オリンパス光学工業株式会社